



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103075366 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201310016025. 6

(22) 申请日 2013. 01. 16

(73) 专利权人 深圳市英威腾交通技术有限公司  
地址 518055 广东省深圳市南山区北环路猫  
头山高发工业区高发2号厂房2层B单  
元

(72) 发明人 罗锋 杨期志

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事  
务所(普通合伙) 44285  
代理人 唐华明

(51) Int. Cl.

F04D 29/28(2006. 01)

F04D 29/66(2006. 01)

H02K 9/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2551793 Y, 2003. 05. 21, 权利要求 1-3、  
说明书具体实施方式以及附图 1.

CN 1508444 A, 2004. 06. 30, 说明书具体实施

方式以及附图 1-4.

CN 202659563 U, 2013. 01. 09, 全文.

US 5681145 A, 1997. 10. 28, 全文.

US 4253800 A, 1981. 03. 03, 全文.

CN 1243203 A, 2000. 02. 02, 全文.

CN 2551793 Y, 2003. 05. 21, 权利要求 1-3、  
说明书具体实施方式以及附图 1.

审查员 莫胜钧

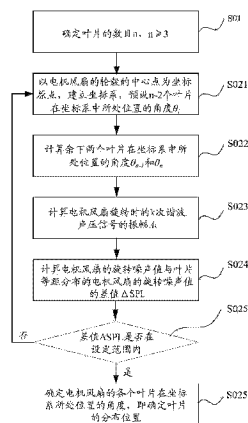
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

确定电机风扇叶片分布的方法、电机及其电  
机风扇

(57) 摘要

本发明提供了一种确定电机风扇叶片分布  
的方法,包括步骤:1) 确定叶片的数目  $n$ ,  $n \geq 3$ ;  
2) 确定叶片的分布位置,使得相邻的两个叶片  
之间的夹角均不相等。本发明提供的确定电机风扇  
叶片分布的方法,使得相邻的两个叶片之间的夹  
角均不相等,则电机风扇旋转时产生的空气噪声  
峰值会分散到其他频率,避免了一些频段的高  
峰值,从而降低了总的噪声级别,即减小了电机风  
扇以及电机的噪声;同时也减小了空气的振动峰  
值,即减小了电机风扇以及电机的振动。本发明还  
提供了一种电机及其电机风扇。



1. 一种确定电机风扇叶片分布的方法,其特征在於,包括步骤:

1) 确定叶片的数目  $n$ ,  $n \geq 3$ ;

2) 确定所述叶片的分布位置,使得相邻的两个所述叶片之间的夹角均不相等;

所述步骤 2) 包括步骤:

21) 以电机风扇的轮毂的中心点为坐标原点,建立坐标系,预设  $n-2$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度  $\theta_i$ ,其中,所述  $\theta_i$  为第  $i$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度;

22) 根据公式  $\cos \theta_n + \cos \theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \cos \theta_i = 0$  和  $\sin \theta_n + \sin \theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \sin \theta_i = 0$ , 计算余下两个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度  $\theta_{n-1}$  和  $\theta_n$ ;

23) 利用所述电机风扇的各个所述叶片所处位置的角度计算所述电机风扇旋转时的  $k$  次谐波声压信号的振幅  $A_k$ ,  $A_k = \frac{1}{\pi} \left| \sum_{i=1}^n e^{-ik\theta_i} \right| = \frac{1}{\pi} \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n \cos(k\theta_i) \right]^2 + \left[ \sum_{i=1}^n \sin(k\theta_i) \right]^2}$ ;

24) 计算所述电机风扇的旋转噪声值与叶片等距分布的电机风扇的旋转噪声值的差值  $\Delta SPL$ , 其中  $\Delta SPL = 20 \ln \frac{n}{\pi} - 20 \ln A_k$ ;

25) 判断所述差值  $\Delta SPL$  是否在设定范围内,若是,则确定所述电机风扇的各个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度,即确定所述叶片的分布位置,若否,则执行步骤 21)。

2. 如权利要求 1 所述的确定电机风扇叶片分布的方法,其特征在於,所述步骤 21) 中预设  $n-2$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度  $\theta_i$ ,其中  $n-2$  个所述叶片依次相邻。

3. 如权利要求 1 所述的确定电机风扇叶片分布的方法,其特征在於,所述叶片的数目  $n$  为 6、7、9、11 或者 13。

4. 如权利要求 1 所述的确定电机风扇叶片分布的方法,其特征在於,所述叶片的数目  $n$  为 9,预设  $n-2$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度依次为  $0^\circ$ 、 $42^\circ$ 、 $94^\circ$ 、 $138^\circ$ 、 $172^\circ$ 、 $210^\circ$  和  $266^\circ$ 。

5. 如权利要求 1 所述的确定电机风扇叶片分布的方法,其特征在於,所述叶片的数目  $n$  为 11,预设  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度依次为  $0^\circ$ 、 $23^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $102^\circ$ 、 $125^\circ$ 、 $155^\circ$ 、 $194^\circ$ 、 $227^\circ$  和  $258^\circ$ 。

6. 一种电机风扇,包括:轮毂和设置于所述轮毂上的叶片;其特征在於,所述叶片的数目至少为 3 个,所述叶片的分布采用如权利要求 1-5 中任意一项所述的确定电机风扇叶片分布的方法确定。

7. 如权利要求 6 所述的电机风扇,其特征在於,还包括与所述叶片相连的导流罩,所述叶片设置在所述导流罩和所述轮毂之间。

8. 如权利要求 6 所述的电机风扇,其特征在於,所述叶片的出风侧端面为圆弧面。

9. 如权利要求 6 所述的电机风扇,其特征在於,所述叶片为铝叶片。

10. 一种电机,包括电机轴和与所述电机轴同轴设置的冷却风扇;其特征在於,所述冷却风扇为如权利要求 6-9 中任意一项所述的电机风扇。

11. 如权利要求 10 所述的电机,其特征在於,所述冷却风扇与所述电机轴过渡配合。

## 确定电机风扇叶片分布的方法、电机及其电机风扇

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机冷却技术领域,更具体地说,涉及一种确定电机风扇叶片分布的方法、电机及其电机风扇。

### 背景技术

[0002] 电机在运行过程中会产生热量,为了保证电机的正常运行,需要对电机进行冷却。目前,在电机内部设置同轴风扇,即风扇的转速与电机的转速相同,通过风扇搅动电机内部的空气,从而降低电机的发热程度,实现冷却电机,保证电机中的绝缘部件在允许的温度范围内有效工作,避免绝缘部件老化,提高电机的工作可靠性以及使用寿命。

[0003] 目前,传统的电机内部的风扇 11 的叶片 12 采用等距布置,即任意相邻两个叶片 12 之间的夹角相同,如图 1 和图 2 所示,这种风扇制作简单。风扇 11 在旋转过程中,产生空气流动并引起空气的扰动,从而产生空气噪声,且风扇 11 的旋转速度越大,风扇 11 的频率越大,从而风扇 11 引起空气振动产生的噪音也越大。

[0004] 但是,叶片等距分布的风扇局限于单一转速下电机的运行。当电机宽调速范围运行时,这种冷却风扇则容易出现振动噪声超标,低速时冷却风量不够,电机温升高等故障。实际工作时,电机很少以单一转速运行,特别是牵引电机,往往从零转速到近 4000r/min 范围内都可能运行,若采用传统的叶片等距分布的风扇提供散热冷却,容易导致电机振动和噪声较大,特别是在一些转速点,电机容易出现较高的空气啸叫声。

[0005] 另外,电机在低转速运行时,较易出现电机冷却不足,使得电机较易因高温出现故障。

[0006] 综上所述,如何减小电机的振动和噪声,是目前本领域技术人员亟待解决的问题。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种确定电机风扇叶片分布的方法,以减小电机的振动和噪声。本发明的另一目的是提供一种电机及其电机风扇。

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0009] 一种确定电机风扇叶片分布的方法,包括步骤:

[0010] 1) 确定叶片的数目  $n$ ,  $n \geq 3$ ;

[0011] 2) 确定所述叶片的分布位置,使得相邻的两个叶片之间的夹角均不相等;

[0012] 21) 以电机风扇的轮毂的中心点为坐标原点,建立坐标系,预设  $n-2$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度  $\theta_i$ ,其中,所述  $\theta_i$  为第  $i$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度;

[0013] 22) 根据公式  $\cos\theta_n + \cos\theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \cos\theta_i = 0$  和  $\sin\theta_n + \sin\theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \sin\theta_i = 0$ , 计算余

下两个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度  $\theta_{n-1}$  和  $\theta_n$ ;

[0014] 23) 利用所述电机风扇的各个所述叶片所处位置的角度计算所述电机风扇旋转时

的  $k$  次谐波声压信号的振幅  $A_k$ ,  $A_k = \frac{1}{\pi} \left| \sum_{i=1}^n e^{-ik\theta_i} \right| = \frac{1}{\pi} \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n \cos(k\theta_i) \right]^2 + \left[ \sum_{i=1}^n \sin(k\theta_i) \right]^2}$ ;

[0015] 24) 计算所述电机风扇的旋转噪声值与叶片等距分布的电机风扇的旋转噪声值的差值  $\Delta SPL$ , 其中  $\Delta SPL = 20 \ln \frac{n}{\pi} - 20 \ln A_k$ ;

[0016] 25) 判断所述差值  $\Delta SPL$  是否在设定范围内, 若是, 则确定所述电机风扇的各个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度, 即确定所述叶片的分布位置, 若否, 则执行步骤 21)。

[0017] 优选的, 上述确定电机风扇叶片分布的方法中, 所述步骤 21) 中预设  $n-2$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度  $\theta_i$ , 其中  $n-2$  个所述叶片依次相邻。

[0018] 优选的, 上述确定电机风扇叶片分布的方法中, 所述叶片的数目  $n$  为 6、7、9、11 或者 13。

[0019] 优选的, 上述确定电机风扇叶片分布的方法中, 所述叶片的数目  $n$  为 9, 预设  $n-2$  个所述叶片在所述坐标系中所处位置的角度依次为  $0^\circ$ 、 $42^\circ$ 、 $94^\circ$ 、 $138^\circ$ 、 $172^\circ$ 、 $210^\circ$  和  $266^\circ$ 。

[0020] 优选的, 上述确定电机风扇叶片分布的方法中, 所述叶片的数目  $n$  为 11, 预设  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度依次为  $0^\circ$ 、 $23^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $102^\circ$ 、 $125^\circ$ 、 $155^\circ$ 、 $194^\circ$ 、 $227^\circ$  和  $258^\circ$ 。

[0021] 本发明提供的确定电机风扇叶片分布的方法, 使得相邻的两个叶片之间的夹角均不相等, 则电机风扇旋转时产生的空气噪声峰值会分散到其他频率, 避免了一些频谱段的高峰值, 降低了空气的啸叫声, 从而降低了总的噪声级别, 即减小了电机风扇以及电机的噪声; 同时由于降低了空气噪声的峰值, 也减小了空气的振动峰值, 从而减小了电机的振动。故本发明提供的确定电机风扇叶片分布的方法, 减小了电机的噪声和振动。

[0022] 基于上述提供的确定电机风扇叶片分布的方法, 本发明还提供了一种电机风扇, 该电机风扇包括: 轮毂和设置于所述轮毂上的叶片; 其中, 所述叶片的数目至少为 3 个, 所述叶片的分布采用上述确定电机风扇叶片分布的方法确定。

[0023] 优选的, 上述电机风扇, 还包括与所述叶片相连的导流罩, 所述叶片设置在所述导流罩和所述轮毂之间。

[0024] 优选的, 上述电机风扇中, 所述叶片的出风侧端面为圆弧面。

[0025] 优选的, 上述电机风扇中, 所述叶片为铝叶片。

[0026] 基于上述提供的电机风扇, 本发明还提供了一种电机, 该电机包括电机轴和与所述电机轴同轴设置的冷却风扇; 其中, 冷却风扇上述任意一项所述的电机风扇。

[0027] 优选的, 上述电机中, 所述冷却风扇与所述电机轴过渡配合。

## 附图说明

[0028] 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。

[0029] 图 1 为现有技术提供的风扇的结构示意图；

[0030] 图 2 为现有技术提供的风扇的主视图；

[0031] 图 3 为本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法的流程示意图；

[0032] 图 4 为本发明实施例提供的电机风扇的结构示意图；

[0033] 图 5 为本发明实施例提供的电机风扇的主视图。

[0034] 上图 1-5 中：

[0035] 风扇 11、叶片 12、轮毂 21、导流罩 22、叶片 23、出风侧端面 24。

### 具体实施方式

[0036] 本发明实施例提供了一种确定电机风扇叶片分布的方法，减小了电机的振动和噪声。

[0037] 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、完整地描述，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。

[0038] 请参考附图 3，图 3 为本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法的流程示意图。

[0039] 本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法，包括步骤：

[0040] S01：确定叶片的数目  $n$ ， $n \geq 3$ ；

[0041] 首先需要确定电机风扇的叶片的数目，叶片的数目  $n$  为 6、7、9、11 或者 13。当然，叶片数目还可为其他值，在实际应用过程中，需要根据所需电机风扇的冷却风量而定，本发明实施例对叶片数目不作具体地限定。

[0042] S02：确定叶片的分布位置，使得相邻的两个叶片之间的夹角均不相等；

[0043] 电机风扇的叶片不等距分布，相连的两个叶片之间的夹角均不相等。例如，当叶片的数目为 3 时，叶片依次为第一叶片、第二叶片和第三叶片，第一叶片与第二叶片之间的夹角为第一夹角，第二叶片与第三叶片之间的夹角为第二夹角，第三叶片与第一叶片之间的夹角为第三夹角，则第一夹角、第二夹角和第三夹角互不相等。

[0044] 本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法，使得相邻的两个叶片之间的夹角均不相等，则电机风扇旋转时产生的空气噪声峰值会分散到其他频率，避免了一些频段的高峰值，降低了空气的啸叫声，从而降低了总的噪声级别，即减小了电机风扇以及电机的噪声，同时由于降低了空气噪声的峰值，也减小了空气的振动峰值，从而减小了电机风扇以及电机的振动。故本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法，减小了电机的噪声和振动。

[0045] 由于电机风扇的冷却风量受电机风扇振动以及噪音的限制，电机风扇的冷却能力一般不能得到充分体现。当电机降速时，由于电机风扇的冷却能力与转速的立方成正比，则电机风扇的风冷急剧下降，使得电机在低速运行时电机风扇的冷却能力不足，较易导致电机因高温而出现故障。上述实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法，实现了减小电机风扇的噪声和振动，则降低了电机风扇的振动以及噪音对电机风扇的冷却能力的限制，从

而为提高电机风扇的冷却风量提供了前提,进而为合理设计风扇叶片数量或形状、保证电机在低转速运行时电机风扇提供充足的冷却风量提供了前提。

[0046] 为了进一步优化上述技术方案,上述实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法中,步骤 S02 包括步骤:

[0047] S021:以电机风扇的轮毂的中心点为坐标原点,建立坐标系,预设  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度  $\theta_i$ ;

[0048] 电机风扇安装在电机的电机轴上,电机风扇的轮毂的中心点即在电机轴的中心线上。其中, $\theta_i$ 为第  $i$  个叶片在坐标系中所处位置的角度。在预设叶片在坐标系中所处位置的角度时,需要保证相邻两个叶片之间的夹角均不相等,同时需要考虑叶片的最小间隔受叶片宽度和叶片数目的影响。这里的相邻是指位置相邻,而不是数目代号相邻。预设的  $n-2$  个叶片,可以是依次相邻的,此时叶片位置和数目代号一致;也可不是依次相邻的,此时,叶片位置与数目代号不一致。“ $i$ ”为叶片的数目代号。为了便于设定叶片所处位置的角度,优先选择  $n-2$  个叶片依次相邻。

[0049] S022:计算余下两个叶片在坐标系中所处位置的角度  $\theta_{n-1}$  和  $\theta_n$ ;

[0050] 设定了  $n-2$  个叶片所处位置的角度,则还有两个叶片所处位置的角度不确定,即第  $n-1$  个叶片所处位置的角度  $\theta_{n-1}$  和第  $n$  个叶片所处位置的角度  $\theta_n$  不确定。电机风扇在旋转时,需要保证所有的叶片的旋转中心都在电机风扇的旋转轴上,依据这个原理,获得公式  $\cos\theta_n + \cos\theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \cos\theta_i = 0$  和  $\sin\theta_n + \sin\theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \sin\theta_i = 0$ , 则可根据公式

$$\cos\theta_n + \cos\theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \cos\theta_i = 0 \text{ 和 } \sin\theta_n + \sin\theta_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-2} \sin\theta_i = 0$$

计算余下两个叶片在坐标系中

所处位置的角度  $\theta_{n-1}$  和  $\theta_n$ ,即计算第  $n-1$  个叶片所处位置的角度  $\theta_{n-1}$  和第  $n$  个叶片所处位置的角度  $\theta_n$ 。

[0051] S023:计算电机风扇旋转时的  $k$  次谐波声压信号的振幅  $A_k$ ;

[0052] 通过设定,获得了电机风扇的  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度,通过计算获得了电机风扇第  $n-1$  个叶片在坐标系中所处位置的角度以及电机风扇第  $n$  个叶片在坐标系中所处位置的角度。利用电机风扇的各个叶片在坐标系中所处位置的角度计算电机风扇旋转时的  $k$  次谐波声压信号的振幅  $A_k$ ,其中, $k$  与电机风扇的旋转转速相关,

$$A_k = \frac{1}{\pi} \left| \sum_{i=1}^n e^{-ik\theta_i} \right| = \frac{1}{\pi} \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n \cos(k\theta_i) \right]^2 + \left[ \sum_{i=1}^n \sin(k\theta_i) \right]^2}。$$

[0053] S024:计算电机风扇的旋转噪声值与叶片等距分布的电机风扇的旋转噪声值的差值  $\Delta SPL$ ;

[0054] 叶片等距分布的电机风扇,即各个叶片之间的夹角均相等。差值  $\Delta SPL$  为叶片不等距分布的电机风扇的旋转噪声值与叶片等距分布的电机风扇的旋转噪声值的差值。本发明实施例所指的电机风扇即为叶片不等距分布的电机风扇。其中,  $\Delta SPL = 20 \ln \frac{n}{\pi} - 20 \ln A_k$ 。

[0055] S025:判断差值  $\Delta SPL$  是否在设定范围内,若是,则确定电机风扇的各个叶片在坐标系中所处位置的角度,即确定叶片的分布位置,若否,则执行步骤 S021;

[0056] 根据实际情况,确定电机风扇的旋转噪声值的范围,然后计算电机风扇的旋转噪声值与叶片等距分布的电机风扇的旋转噪声值的差值范围,该差值范围即为设定范围。设定范围需要根据具体实际情况而设定,本发明实施例对此不作具体地限定。若差值  $\Delta \text{SPL}$  在设定范围内,则通过设定和计算获得的电机风扇的各个叶片所处位置的角度分布叶片,获得的电机风扇能够减小电机在运行时的噪声以及振动,即可确定电机风扇的各个叶片所处位置的角度,从而确定叶片的分布位置;若差值  $\Delta \text{SPL}$  不在设定范围内,则通过设定和计算获得的电机风扇的各个叶片所处位置的角度分布叶片,获得的电机风扇不能减小电机在运行时的噪声以及振动,此时需要执行步骤 S021,重新预设  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度  $\theta_i$ ,依次进行步骤 S022、步骤 S023 和步骤 S024,然后判断差值  $\Delta \text{SPL}$  是否在设定范围内,直至差值  $\Delta \text{SPL}$  在设定范围内,则确定了电机风扇的各个叶片在坐标系中所处位置的角度。在返回步骤 S021 时,无需在重新建立坐标系,只需重新预设  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度  $\theta_i$  即可。

[0057] 本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法,通过设定和计算的方法获得叶片在坐标系中所处位置的角度,以该电机风扇的旋转噪声值与叶片等距分布的电机风扇的旋转噪声值的差值是否在设定范围内作为判断叶片能否以该方式分布的标准,则采用上述确定电机风扇叶片分布的方法获得的叶片分布能够更有效地减小电机运行时的噪声以及振动,特别能够避免电机在一些转速点运行时产生较高的啸叫声。故电机风扇采用本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法分布叶片,减小了电机的振动以及噪声。

[0058] 上述实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法中,优先选择电机风扇的叶片数目  $n$  为 9 时,优先选择  $n-2$  个叶片在坐标系中,相邻两个叶片之间的夹角依次为  $42^\circ$ 、 $52^\circ$ 、 $44^\circ$ 、 $34^\circ$ 、 $38^\circ$  和  $56^\circ$ ,具体的,预设  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度依次为  $0^\circ$ 、 $42^\circ$ 、 $94^\circ$ 、 $138^\circ$ 、 $172^\circ$ 、 $210^\circ$  和  $266^\circ$ ;优先选择电机风扇的叶片数目  $n$  为 11 时,优先选择  $n-2$  个叶片在坐标系中,相邻的两个叶片之间的夹角依次为:  $23^\circ$ 、 $37^\circ$ 、 $42^\circ$ 、 $23^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $39^\circ$ 、 $33^\circ$  和  $31^\circ$ ,具体的,预设  $n-2$  个叶片在坐标系中所处位置的角度依次为  $0^\circ$ 、 $23^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $102^\circ$ 、 $125^\circ$ 、 $155^\circ$ 、 $194^\circ$ 、 $227^\circ$  和  $258^\circ$ 。当然,叶片的角度还可为其他值,本发明实施例对此不作具体地限定。

[0059] 本发明实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法,还可通过其他方式获得叶片的分布,例如,通过预设以及计算获得电机风扇的叶片的分布时,可直接计算电机风扇的旋转噪声值,当旋转噪声值在设定范围内时,则该叶片的分布获得的电机风扇能够减小电机的噪声以及振动,当旋转噪声值不再设定范围内时,则该叶片分布获得的电机风扇不能够减小电机的噪声以及振动。但是,这种方式,直接计算电机风扇的旋转噪声值较繁琐。

[0060] 请参考附图 4-5,图 4 为本发明实施例提供的电机风扇的结构示意图;图 5 为本发明实施例提供的电机风扇的主视图。

[0061] 基于上述实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法,本发明实施例还提供了一种电机风扇,该电机风扇包括:轮毂 21 和设置于轮毂 21 上的叶片 23;其中,叶片 23 的数目至少为 3 个,叶片 23 分布采用上述实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法确定。

[0062] 由于上述实施例提供的电机风扇采用上述实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法确定,上述实施例提供的确定电机风扇叶片分布的方法具有上述技术效果,则本发明实施例提供的电机风扇也具有相应的技术效果,本文不再赘述。

[0063] 由于上述确定电机风扇叶片分布的方法,减小了电机风扇的振动和噪音,电机风扇采用上述方法确定叶片 23 的分布,则该电机风扇在运行时噪音和振动减小了,从而为提高电机风扇的冷却能力提供了前提。为了提高电机风扇的冷却能力,上述实施例提供的电机风扇,还包括与叶片 23 相连的导流罩 22,该导流罩 22 和轮毂 21 分别位于叶片 23 的两端。通过导流罩 22,可使电机风扇的进风口处的空气集中,形成层流,从而减小风道阻力损失,进而提高电机风扇的冷却能力,以保证电机在低转速运行时,电机风扇能够提供充足的冷却风量,从而避免电机出现冷却不足,以及电机因高温出现故障,进而保证电机正常运行。

[0064] 为了进一步减小风阻损耗,上述实施例提供的电机风扇中,叶片 23 的出风侧端面 24 为圆弧面。这样,进一步提高了电机风扇的冷却能力。当然,叶片 23 的出风侧端面 24 还可为其他形状,本发明实施例对此不作具体地限定。

[0065] 优选的,上述实施例提供的电机风扇中,叶片 23 的数量为 9 个或 11 个,可以提供较好的冷却风量、以及较小的振动噪音。当然,叶片 23 的数目还可为其他个,需要根据实际需要的电机风扇的冷却风量而定,本发明实施例对叶片 23 的数目不作具体地限定。当叶片 23 的数量为 9 个时,优先选择电机风扇的各个叶片 23 的角度依次为  $0^{\circ}$ 、 $42^{\circ}$ 、 $94^{\circ}$ 、 $138^{\circ}$ 、 $172^{\circ}$ 、 $210^{\circ}$ 、 $266^{\circ}$ 、 $306^{\circ}$  和  $338^{\circ}$ 。当叶片 23 的数量为 11 个时,优先选择电机风扇的各个叶片 23 的角度依次为  $0^{\circ}$ 、 $23^{\circ}$ 、 $60^{\circ}$ 、 $102^{\circ}$ 、 $125^{\circ}$ 、 $155^{\circ}$ 、 $194^{\circ}$ 、 $227^{\circ}$ 、 $258^{\circ}$ 、 $293^{\circ}$  和  $321^{\circ}$ 。当然,电机风扇的各个叶片 23 的角度还可为其他值,本发明实施例对此不作具体地限定。

[0066] 为了降低电机风扇的质量及转动惯量,上述实施例提供的电机风扇中,叶片 23 为铝叶片。优先选择叶片 23 为铸铝叶片。电机风扇一般采用砂型铸造,需要提高电机风扇的质量和稳定性时,可采用精密铸造。当然,叶片 23 也可采用其他材料以及其他方法制作,本发明实施例对此不作具体地限定。

[0067] 将上述实施例提供的电机风扇以及现有风扇分别安装在相同的电机上,开启两部电机,分别测量两部电机附近五个位置的噪声值以及背景噪音,这五个位置中,第一处为距电机轴伸出端 1m 处、第二处为距电机左端 1m 处、第三处为距电机右端 1m 处、第四处为距电机后端 1m 处、第五处为距电机顶端 1m 处,对于安装上述实施例提供的电机风扇的电机,当以功率 200KW,转速 1925r/min 运行时以及以功率 200KW,转速 3600r/min 运行时,记录五处噪声值;对于安装现有风扇的电机,当以功率 190KW,转速 1800r/min 运行时以及以功率 190KW,转速 3472r/min 运行时,记录五处噪声值。数据如下表所示:

[0068]



功 率 (KW)	转 速 (r/min)	测量处噪音值 (dB)					
		第一处	第二处	第三处	第四处	第五处	背景噪音
本发明	1925	88	92	86	84.3	84.9	76.5
功率 200	3600	93	93	92.6	92.3	91.7	76.5
现有的	1800	94	95	91	95	91	80
功率 190	3472	99	101	100	98	102	80

[0069] 考虑电机采用现有风扇,在高速运行时较产生过大的噪声,为安全起见,选择在功率 190KW 时进行测量。对于同一电机以及同一风扇,功率越大,产生的噪音越大;转速越大,产生的噪音越大。采用上述实施例提供的电机风扇的电机在 200KW 运行时产生的噪音值明显小于采用现有风扇的电机在功率 190KW 时的噪音值,则采用上述实施例提供的电机风扇的电机在 200KW 运行时产生的噪音值远远小于采用现有风扇的电机在功率 200KW 时的噪音值。

[0070] 由上表可以看出,采用上述实施例提供的电机风扇的电机,与采用现有风扇的电机相比,在运行过程中,噪声明显减小了,降噪效果明显。

[0071] 基于上述实施例提供的电机风扇,本发明实施例还提供了一种电机,该电机包括电机轴和与电机轴同轴设置的冷却风扇;其中,冷却风扇为上述实施例提供的电机风扇。

[0072] 由于上述实施例提供的电机具有上述实施例提供的电机风扇,上述实施例提供的电机风扇具有上述技术效果,则本发明实施例提供的电机也具有相应的技术效果,本文不再赘述。

[0073] 上述实施例提供的电机中,冷却风扇一般安装在电机轴上。为了提高电机轴以及冷却风扇的制造精度,减小因装配不良而出现的故障,优先选择,冷却风扇与电机轴过渡配合。

[0074] 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。

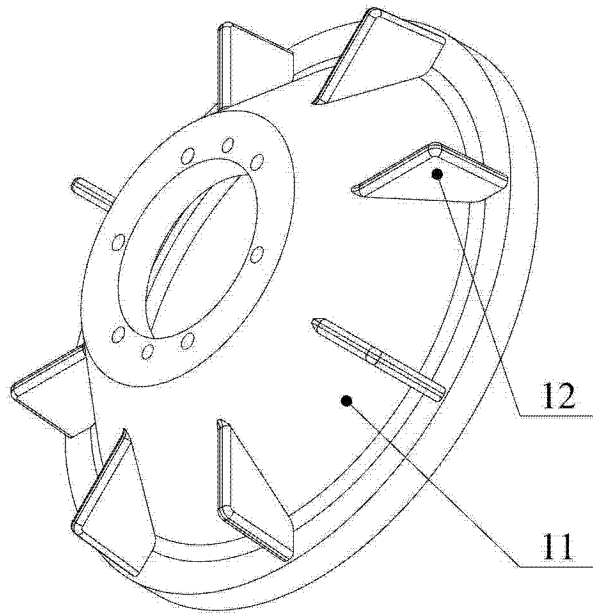


图 1

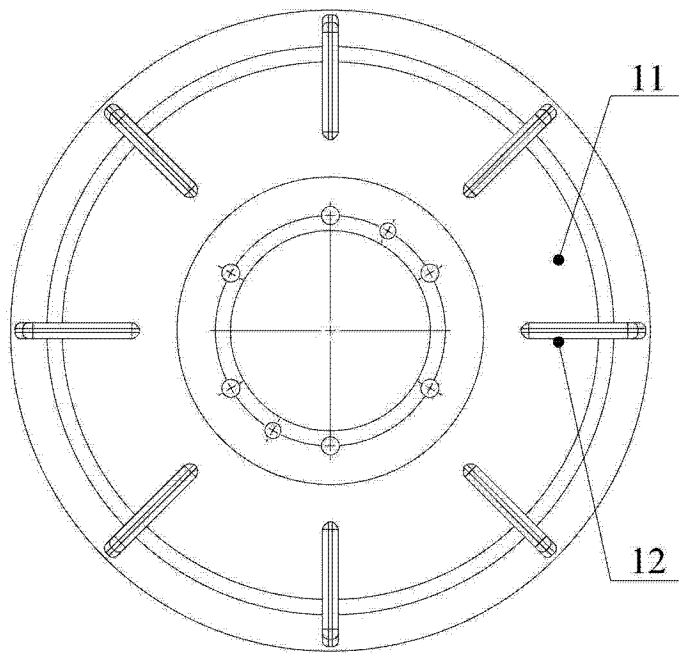


图 2

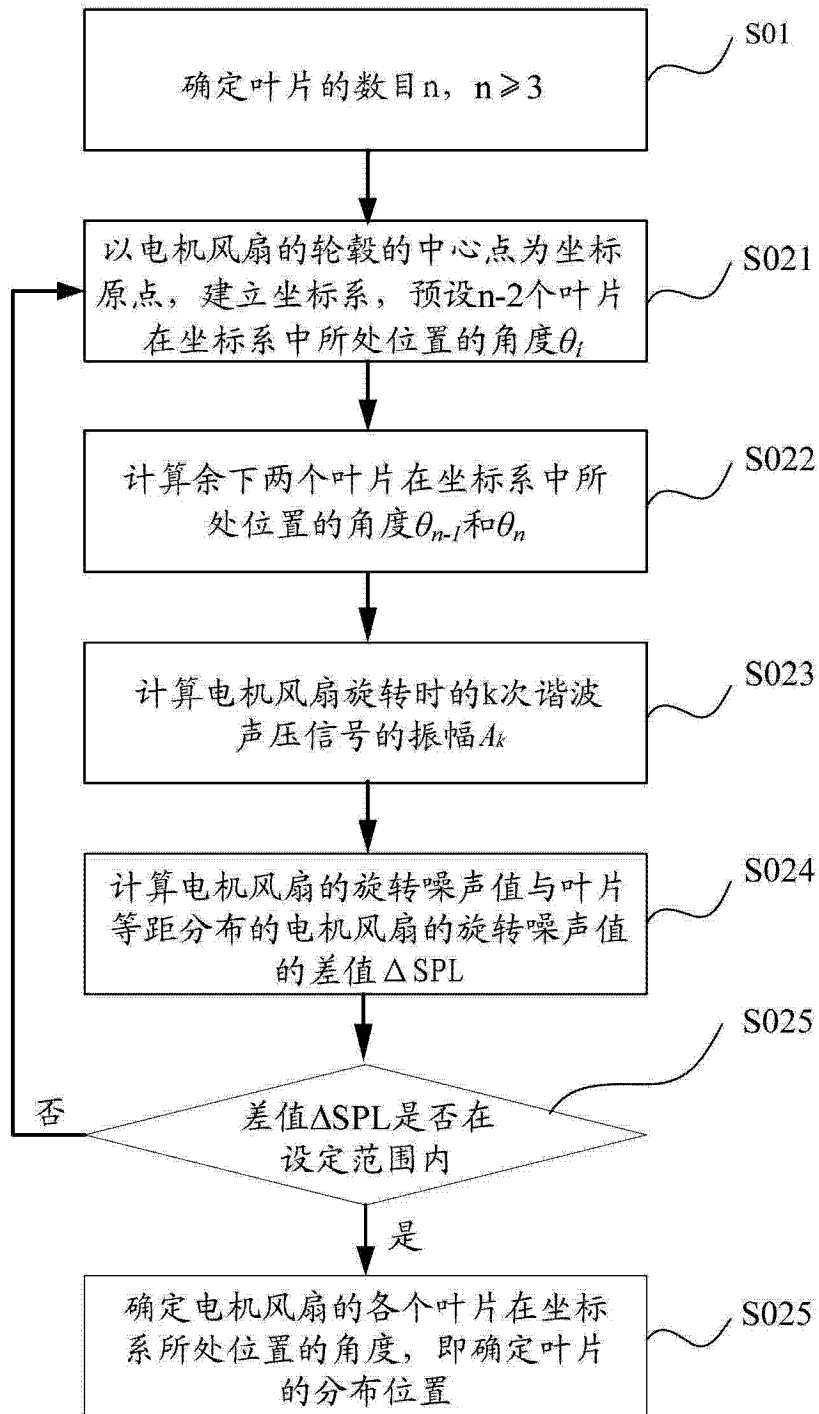


图 3

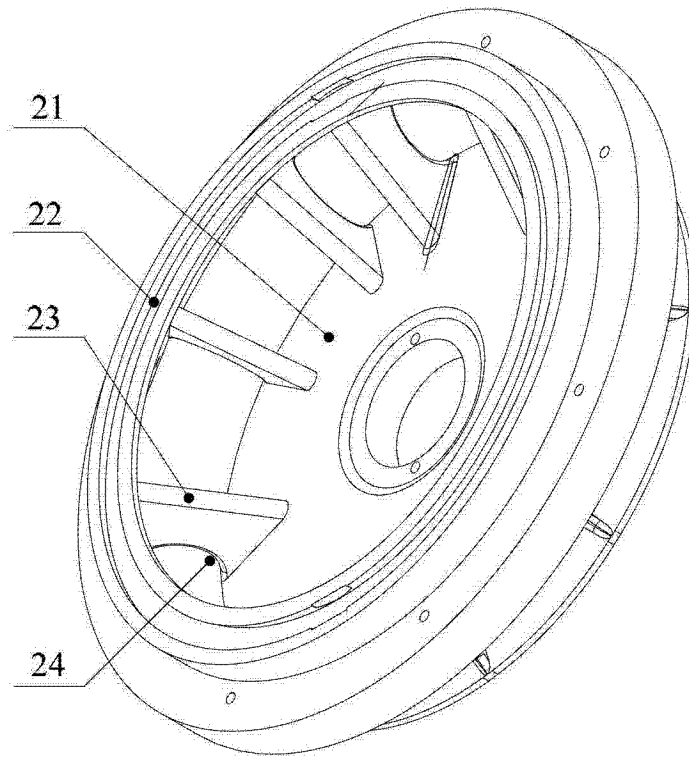


图 4

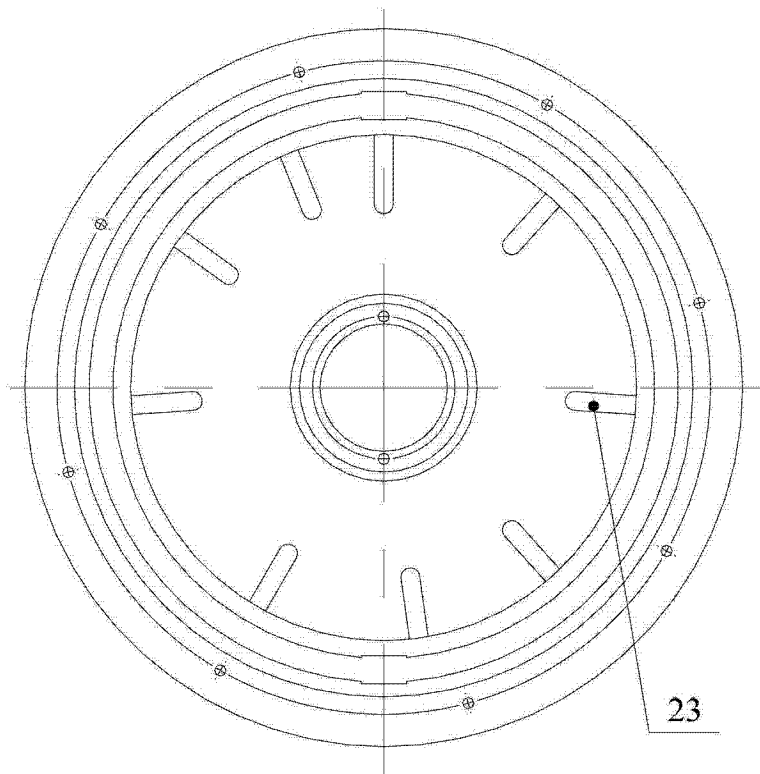


图 5