

无叶风扇灯

本公开要求于2023年6月29日提交的申请号为202310786302.5、发明名称为“无叶风扇灯”的中国专利申请的优先权，于2023年6月29日提交的申请号为202321686278.X、实用新型名称为“风扇组件及吹风装置”的中国专利申请的优先权，于2023年6月29日提交的申请号为202321695489.X、实用新型名称为“防抖无叶风扇灯”的中国专利申请的优先权，于2023年6月29日提交的申请号为202321688202.0、实用新型名称为“环形出风的风扇机构及散热装置”的中国专利申请的优先权，以及于2023年9月15日提交的申请号为202322523767.X、实用新型名称为“送风距离远且环形出风均匀的吊顶风扇和风扇灯”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本申请涉及照明技术领域，具体涉及一种无叶风扇灯。

背景技术

风扇能够加快环境中空气的流动速度，日常生活中，风扇是人们在高温环境下用来降温散热的重要工具。随着经济的发展，无叶风扇技术也得到了飞速发展。

相关技术中，无叶风扇主要采用涡轮式风轮，电机转子与涡轮式风轮直接相连，驱动叶片旋转，从而产生气流。

发明内容

本申请提供一种无叶风扇灯，该无叶风扇灯包括风扇机构，其中该风扇机构包括风轮和电机。风轮的顶部开设有进风口，风轮的侧面开设有出风口，并且该出风口沿风轮11的环向设置；电机与所述风轮相连，以驱动风轮转动。

可选的，所述风扇机构还包括风扇外壳，所述风轮和所述电机位于所述风扇外壳内，所述风轮与所述风扇外壳间隔设置，所述电机具有空心轴；

所述无叶风扇灯还包括照明机构，所述照明机构包括控制组件、发光组件和导电件，所述导电件从所述空心轴的内部穿过，并电连接所述控制组件和所述发光组件。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例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申请的一些实施例，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。

- 图1是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯的爆炸图；
- 图2是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风轮和旋转电机的装配示意图；
- 图3是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构和照明机构的爆炸图；
- 图4是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构与悬吊机构的装配示意图；
- 图5是沿图4中A-A线的剖视图；
- 图6是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中外转子电机与悬吊机构的装配示意图；
- 图7是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中外转子电机与发光组件的第一装配示意图；
- 图8是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中外转子电机与发光组件的第二装配示意图；
- 图9是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中光源固定件和连接件的装配示意图；
- 图10是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中外转子电机和连接件的装配示意图；
- 图11是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中连接件的第一结构示意图；
- 图12是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中连接件的第二结构示意图；
- 图13是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中防错部和防错结构的设置位置示意图；
- 图14是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中第一定位结构和第二定位结构的配合示意图；
- 图15是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中内转子电机与风轮的装配剖视图；
- 图16是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中内转子电机、风轮和悬吊机构的装配剖视图；
- 图17是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中套管在内转子电机中的布置示意图；
- 图18是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中连接杆在内转子电机中的布置示意图；
- 图19是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构的剖视图；
- 图20是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯的剖视图；
- 图21是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中旋转电机、第二密封减震件和风轮的装配示意图；

图22是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风轮和电机的装配示意图；
图23是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中底板的第一结构示意图；
图24是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中底板的第二结构示意图；
图25是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中底板的第三结构示意图；
图26是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中底板的第四结构示意图；
图27是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中底板的第五结构示意图；
图28是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风轮的第一结构示意图；
图29是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风轮和电机的装配剖视图；
图30是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风轮的第二结构示意图；
图31是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中底板的第六结构示意图；
图32是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中转动减震件的布置位置示意图；
图33是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯的第一剖视图；
图34是图33A处的放大图；
图35是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯的爆炸图；
图36是图33中B处的放大图；
图37是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯的第二剖视图；
图38是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中发光组件（省略了灯罩）与第二风道构件的装配示意图；
图39是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中减震组件的布置位置示意图；
图40是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中灯罩在风道组件上的装配示意图；
图41是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中光源固定件在定子组件上的装配示意图；
图42是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构的第一纵剖面图；
图43是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构的横剖面图；
图44是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构的第二纵剖面图；
图45是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中第一风道构件（连接有导流组件）的第一结构示意图；
图46是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中第一风道构件（连接有导流组件）的第二结构示意图；
图47是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构的爆炸图；
图48是本申请实施例提供的一种无叶风扇灯中风扇机构（含叶片隐藏线）的仰视图；
图49是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第一爆炸视图；
图50是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第一结构示意图；
图51是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的仰视图；
图52是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第二结构示意图；
图53是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第一剖视图；
图54是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第二剖面视图；
图55是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第三结构示意图；
图56是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第三剖面视图；
图57是本公开实施例示出的一种屏蔽舌两端占据的圆心角与风感半径的示意图；
图58是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第一风向示意图；
图59是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第二风向示意图；
图60是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第四结构示意图；
图61是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的结构示意图；
图62是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的第一截面视图；
图63是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的第二截面视图；
图64是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的第三截面视图；
图65是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第二爆炸视图；
图66是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的脱模过程的第一示意图；
图67是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的脱模过程第二示意图；
图68是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的脱模过程第三示意图；
图69是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的脱模过程第四示意图；
图70是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中导流件的脱模过程第五示意图；
图71是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的剖面视图；
图72是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第一半剖视图；
图73是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的第二半剖视图；

图74是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中风轮的第一结构示意图；

图75是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中风轮的第二结构示意图；

图76是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中风轮的第一半剖视图；

图77是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中风轮的第二半剖视图；

图78是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中叶片的结构示意图；

图79是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯中叶片的截面视图；

图80是本公开实施例示出的一种无叶风扇灯的半剖视图。

附图标记：

1、风扇机构；11、风轮；111、进风口；112、出风口；113、底板；1131、轮毂部；11311、安装轴孔；11312、第一通孔；1132、连接部；1133、过渡部；1134、第二周向边缘；114、顶板；1141、第一周向边缘；115、叶片；1151、首缘；11511、前凸结构；1152、尾缘；116、环形加强筋；117、加强肋；118、第一加强结构；1181、第一加强部；1182、第二加强部；11821、连接肋；1183、第三加强部；1184、第四加强部；1185、第五加强部；1186、第六加强部；119、第二加强结构；1191、第七加强部；12、电机；121、空心轴；122、内定子组件；1221、定子轴；12211、外螺纹；12212、防错结构；1222、定子套筒；123、转子组件；1231、转子套筒；1232、凸缘；1233、转子铁芯；1234、转子法兰；12341、第二通孔；124、转子轴；125、外定子组件；126、主体部；127、输出轴；13、风扇外壳；131、外壳体；1311、吸风口；1312、进风格栅；132、风道组件；1321、第一风道构件；13211、进风间隙；13212、弯折部；132121、竖向弯折面；13213、第一弧形部；1322、第二风道构件；13221、第二连接结构；13222、第二弧形部；1323、风道空间；1324、环形开口；13241、出风间隙；1325、支撑件；1326、定位件；1327、第一卡合件；133、导流组件；1331、导流件；13311、导流面；13312、第一导风部；13313、第二导风部；133131、第一子导风面；133132、第二子导风面；13314、过渡面；13315、第一连接结构；134、第四紧固件；14、第二紧固件；15、转动减震件；2、照明机构；21、控制组件；22、发光组件；221、光源固定件；2211、贯穿开口；2212、第二定位结构；2213、中央部；2214、翻边部；222、发光元件；223、灯罩；2231、第二卡合件；23、导电件；24、限位件；241、套管；242、连接杆；243、线夹；25、固定组件；251、连接件；2511、连接板；25111、第一开口；25112、凹陷部；25113、第二开口；25114、第三开口；2512、限位部；2513、通道；2514、防错部；2515、第一凸缘部；2516、第二凸缘部；2517、连接筋；2518、第三凸缘部；2519、第一定位结构；252、第一紧固件；26、减震组件；261、第一减震件；2611、第一子减震部分；2612、第二减震部分；262、第二减震件；27、第三紧固件；3、悬吊机构；31、吊装壳体；311、贯通孔；312、内螺纹；100、上模，1001、凸起；200、下模，2001、凹槽。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

本实施例涉及到一种无叶风扇灯，如图1和图2所示，该无叶风扇灯包括风扇机构1，其中该风扇机构1包括风轮11和电机12。风轮11的顶部开设有进风口111，风轮11的侧面开设有出风口112，并且该出风口112沿风轮11的环向设置；电机12与所述风轮11相连，以驱动风轮11转动。

通过将风轮11的进风口111开设在顶部，出风口112开设在风轮11的侧面，进风口111和出风口112彼此之间不干涉，从而可以提高风轮11出风的稳定性。此外，风轮11的出风口112沿风轮11的环向设置，使得风轮11可以沿其环向均匀出风，提高了出风面积。

相关技术中，用来驱动涡轮叶片115转动的旋转电机12通常置于整机中轴线上，旋转电机12的中间部分为电枢铁芯，电枢铁芯的外侧围绕着多个线圈绕组。风扇灯中的灯板通常设置在整机底部，灯板的接线从风道的外侧绕过，并通过线卡固定在风道的外壁上，以避免让涡轮叶片115。然而，上述的灯板的接线方式布线复杂，并且绕线距离远，导致用料成本增加。

对此，本申请实施例提供了一种无叶风扇灯，通常用于室内环境。如图3所示，该无叶风扇灯包括风扇机构1和照明机构2；风扇机构1包括风轮11和电机12，风轮11通过电机12驱动。由于该电机12用于驱动风轮11转动，该电机12也可以称之为旋转电机12。电机12具有空心轴121；照明机构2包括控制组件21、发光组件22和导电件23；控制组件21和发光组件22分别位于旋转电机12的相对两侧，导电件23从空心轴121的内部穿过，并电连接控制组件21和发光组件22。

本申请实施例所提供的无叶风扇灯中，采用具有空心轴121的旋转电机12来驱动风轮11转动，照明机构2的控制组件21和发光组件22分别布置在旋转电机12的相对两侧。为了在控制组件21和发光组件22之间传递电信号，导电件23的一端与控制组件21电连接，另一端从旋转电机12的空心轴121的内部穿过，并与发光组件22电连接。相比于相关技术中从风道的外侧绕线，本实施例的方案由于是直接从电机12的空心轴121

内部穿线,因此减少了导电件23的绕线距离,有效降低了导电件23的用料成本,进而降低了无叶风扇灯的成本。并且,由于绕线距离短,布线更加简洁,因此还能够避免导电件23之间互相缠绕,提高了安全性。

为使本申请的技术方案和优点更加清楚,下面结合附图,对本申请实施例提供的无叶风扇灯的各部分结构进行进一步的介绍和说明。

(一) 无叶风扇灯的安装方式

如图1和图3所示,本申请实施例提供了一种无叶风扇灯,该无叶风扇灯包括风扇机构1、照明机构2和悬吊机构3。

悬吊机构3通常安装在风扇机构1的顶部,用于将该无叶风扇灯吊装在安装载体上,安装载体例如可以为天花板。风扇机构1和照明机构2分别用于提供吹风功能和照明功能,其中照明机构2可以安装在风扇机构1的底部。在本申请实施例中,风扇机构1和照明机构2在功能上相互独立,用户可单独控制风扇机构1和照明机构2执行对应的功能。

在本实施例提供的无叶风扇灯中,风扇机构1包括风扇外壳13,以及位于风扇外壳13内的风轮11和旋转电机12。风轮11与该风扇外壳13是间隔设置的。风扇机构1通过风轮11实现吹风功能,由于风轮11的叶片115隐藏在整机外壳之内,因此避免了叶片115裸露在外时被误触所造成的危险,提高了安全性和防护性。这种叶片115对用户不可见的风扇灯,可以被称之为无叶风扇灯。

风轮11在电机12的驱动下旋转送风,该电机12具有空心轴121。空心轴121适于允许导电件23穿过,以使导电件23能够以相对简洁的布线方式电连接照明机构2的控制组件21和发光组件22,并且由于导电件23的绕线距离短,因此节省了用料,降低了成本。

在本申请实施例中,电机12的空心轴121可以为定子轴1221或者转子轴124。下面针对这两种可能的情况,对无叶风扇灯的相关结构进行介绍。

如图2所示,在第一种可能的情况下,电机12为外转子电机12,空心轴121为定子轴1221。外转子电机12包括转子组件123,转子组件123围绕在定子轴1221的外侧,并与风轮11连接。

在该外转子电机12启动后,空心的定子轴1221固定不动,转子组件123绕定子轴1221的轴线旋转,风轮11在转子组件123的带动下同步旋转而产生气流。在一些实施例中,空心的定子轴1221的两端分别从转子组件123的相对两侧伸出,并分别与悬吊机构3和照明机构2连接。

如图4和图5所示,在本申请的一些实施例中,悬吊机构3和控制组件21位于外转子电机12的同一侧。悬吊机构3与定子轴1221连接,悬吊机构3的内部与定子轴1221的内部连通,因而导电件23可以从定子轴1221的内部穿过,并延伸至悬吊机构3的内部。在一些实施例中,控制组件21安装在悬吊机构3的内部,并且控制组件21和发光组件22分别位于电机12的相对两侧。

在该无叶风扇灯中,外转子电机12和照明机构2的电源引线均从悬吊机构3处引出,以便于与埋在天花板中的外部电路连接取电。其中,照明机构2的控制组件21安装在悬吊机构3的内部,并通过导电件23与发光组件22电连接,以控制发光组件22发光明。

在一些实施例中,如图4和图5所示,悬吊机构3位于风轮11上的进风口111的上方,并且该悬吊机构3在风轮11径向上的尺寸可小于该进风口111的直径。示例性地,该悬吊机构3可以与进风口111之间具有高度方向上的间隔,风轮11可以通过进风口111,以及悬吊机构3与进风口111吸风。因而,将悬吊机构3的径向尺寸设置为小于进风口111的直径,可以避免悬吊机构3阻挡风轮11吸风。在一些实施例中,该悬吊机构3的径向尺寸可以理解为悬吊机构3在风轮11的径向上的最大尺寸。

在一些实施例中,如图5所示,该悬吊机构3的底部可穿过进风口111容纳在风轮11的高度空间内。如此,可以减小无叶风扇灯在高度方向上的尺寸。

风轮11的高度空间可以理解为风轮11在高度方向上的下边缘和上边缘之间围成的整个空间,该高度空间可以不仅包括风轮内部的空间,还可以包括风轮的外部壳体本身弯曲所围成的空间。

在一些实施例中,如图4和图5所示,该风轮11可以包括底板113、顶板114和叶片115,该底板113和顶板114沿高度方向相对布置,进风口111开设在该顶板114上,底板113位于该顶板114下方,以与进风口111相对,其中该高度方向平行于风轮11的转动轴线。叶片115连接在底板113和顶板114之间。示例性地,如图4和图5所示,底板113可以限制风轮11在高度方向上的下边缘,顶板114可以限制风轮11在高度方向上的上边缘,因而底板113和顶板114之间间隔形成的空间可以作为风轮11的高度空间的一部分。此外,如图5所示,底板113可部分地朝向顶板114凸起,以形成轮毂部1131。如此,底板113中轮毂部1131的周向连接的其他板体可以限制风轮11在高度方向上的下边缘,以形成高度空间。这种情况下,凸起的轮毂部1131远离进风口111的一侧与该轮毂部1131周围的其他板体围成一个凸起空间,该凸起空间是风轮高度空间的一部分。

参见图6,在一些实施例中,在一些实施例中,定子轴1221靠近悬吊机构3的一端具有外螺纹12211,悬吊机构3具有内螺纹312,定子轴1221和悬吊机构3通过外螺纹12211和内螺纹312配合连接,连接方式简单可靠。

在一些实施例中，如图6所示，该悬吊机构3可以包括吊装壳体31，该吊装壳体31的底部开设有贯通孔311，定子轴1221可以通过该贯通孔311伸入至吊装壳体31的内部。该贯通孔311的内壁上设置有内螺纹312，以与定子轴1221的外壁上的外螺纹12211相配合。

在本申请的一些实施例中，如图7所示，发光组件22包括光源固定件221和发光元件222，光源固定件221与定子轴1221连接，并与转子组件123间隔设置，其中，光源固定件221的中间位置开设有贯穿开口2211，定子轴1221位于该贯穿开口2211内；发光元件222安装于光源固定件221背离风轮11的一侧。

光源固定件221例如可以为灯盘，灯盘和风轮11、转子组件123都不接触，因而在旋转电机12运行时，灯盘是保持静止不动的。灯盘背离风轮11的一侧设置有发光元件222的安装位。发光元件222安装在灯盘上对应的安装位中，发光元件222例如可以为LED灯板，用于提供照明光线，导电件23适于连接在控制组件21和LED灯板之间。

可选地，如图7所示，发光元件222的数量为多个，多个发光元件222在光源固定件221上对称分布，以保证光线均匀出射。其中，多个发光元件222在光源固定件221上的对称方式可以为轴对称，对称轴经过光源固定件221的中心点；或者对称方式也可以为关于光源固定件221的中心点中心对称。可选地，多个LED灯板可以提供连接线串联在一起，也可以相互并联。

光源固定件221与定子轴1221直接或间接相连。在本申请的一些实施例中，如图8所示，照明机构2还包括固定组件25，固定组件25与定子轴1221和光源固定件221中的至少一个连接。

其中，固定组件25上开设有第一开口25111，定子轴1221贯穿该第一开口25111，或者，从定子轴1221内部穿出的导电件23穿过该第一开口25111。

在一些实施例中，固定组件25与光源固定件221和定子轴1221分别连接，从而将光源固定件221装配到定子轴1221上。其中，固定组件25与转子组件123和风轮11均不接触，从而在转子组件123围绕定子轴1221转动时，连接在定子轴1221上的光源固定件221、固定组件25均保持静止不动。示例性地，固定组件25与光源固定件221或定子轴1221之间的连接方式，包括但不限于螺栓连接、螺纹连接、卡接、铆接、焊接、过盈连接中的至少一种。

在本申请的一些实施例中，继续参见图8，固定组件25可以包括至少一个连接件251和至少一个第一紧固件252。每个连接件251上分别具有一个上述的第一开口25111，并且连接件251通过第一开口25111套在定子轴1221外。第一紧固件252与定子轴1221配合连接，以将至少一个连接件251固定在定子轴1221上，其中，第一紧固件252位于连接件251远离转子组件123的一侧，并与连接件251抵接；或者，连接件251、光源固定件221和第一紧固件252沿远离转子组件123的方向依次设置，该第一紧固件252与光源固定件221抵接。

在一种可能的情况下，光源固定件221和连接件251之间为固定连接，并且连接件251被第一紧固件252紧固在定子轴1221上。示例性地，连接件251通过第一开口25111套设在定子轴1221上，第一紧固件252可以抵接在连接件251上，并与定子轴1221相配合，从而将连接件251紧固连接在定子轴1221上；光源固定件221可以通过螺钉与连接件251连接在一起。

在另一种可能的情况下，光源固定件221和连接件251彼此抵接，并且光源固定件221和连接件251均被第一紧固件252紧固在定子轴1221上。示例性地，连接件251通过第一开口25111套设在定子轴1221上；光源固定件221通过贯穿开口2211套设在定子轴1221上，并位于连接件251远离转子组件123（或风轮11）的一侧；第一紧固件252位于光源固定件221远离转子组件123（或风轮11）的一侧，并抵接在光源固定件221上。此时在第一紧固件252的抵接力的作用下，光源固定件221和连接件251也彼此相抵。并且，第一紧固件252与定子轴1221相配合，从而将连接件251和光源固定件221紧固连接在定子轴1221上。在这种情况下，连接件251和光源固定件221可以互不连接，以简化装配；或者，连接件251和光源固定件221之间也可以互相连接，以提高光源固定件221的固定牢靠性和稳定性。

上述的至少一个连接件251可以位于光源固定件221和风轮11之间；和/或，至少一个连接件251位于光源固定件221远离风轮11的一侧。

在本申请的一些实施例中，连接件251的数量可以多于一个。如图9所示，多于一个连接件251中存在两个连接件251与光源固定件221相邻，并且分别位于光源固定件221的相对两侧，光源固定件221与这两个连接件251分别相连。

连接件251和第一紧固件252的数量可以相同，从而每个连接件251分别与一个第一紧固件252配合固定。或者，连接件251的数量可小于第一紧固件252的数量。示例性地，如图9所示，固定组件25可包括两个连接件251和一个第一紧固件252，第一紧固件252位于两个连接件251远离风轮11的一侧。

多于一个连接件251分布在光源固定件221的相对两侧，并夹持光源固定件221。示例性地，如图9所示，连接件251的数量为两个，光源固定件221和两个连接件251均套设在定子轴1221上，光源固定件221夹设在两个连接件251之间；第一紧固件252位于光源固定件221和两个连接件251均远离转子组件123的一侧，与相邻的连接件251抵接，并与定子轴1221相配合，从而将这两个连接件251和光源固定件221均紧固连接在

定子轴1221上。

光源固定件221还与相邻的两个连接件251相连。示例性地，如图9所示，在光源固定件221上开设有过孔，在两个连接件251上也分别开设有过孔，并且光源固定件221上的过孔和两个连接件251上的过孔位置对应，紧固螺栓同时贯穿这三个过孔，而将光源固定件221和两个连接件251连接在一起。通过设置多个连接件251夹设并连接光源固定件221，可以提高光源固定件221的连接稳定性和可靠性。

在本申请的一些实施例中，电机12的结构如图10所示，该电机12还包括定子套筒1222，定子套筒1222连接在定子轴1221的外侧，并且定子轴1221贯穿并连接定子套筒1222，转子组件123则围绕在定子套筒1222的外侧。上述的定子轴1221和定子套筒1222可以统称为内定子组件122，转子组件123套在该内定子组件122的外侧。

其中，定子轴1221伸出定子套筒1222并且靠近光源固定件221的一端具有外螺纹12211；第一紧固件252为螺母，螺母与定子轴1221螺纹配合，而将连接件251和光源固定件221中的至少一个紧固在定子套筒1222和螺母之间。

在本实施例中，定子轴1221的一部分伸出定子套筒1222，连接件251、光源固定件221和螺母均套设在定子轴1221的该伸出部分上，并且螺母还通过内螺纹312与定子轴1221上的外螺纹12211进行螺纹配合，以完成连接件251和光源固定件221至少之一在定子轴1221上的紧固。

以图10所示出的结构为例，需要说明的是，需要说明的是，在该示例中，连接件251是以被夹紧的方式紧固在定子套筒1222和螺母之间的，在固定该连接件251时，连接件251远离螺母的一端须与定子套筒1222相抵，另一端则是与螺母相抵。

图11示出了一种连接件251的结构。参见图11，在本申请的一些实施例中，连接件251包括连接板2511和限位部2512，第一开口25111位于连接板2511上；限位部2512连接在连接板2511靠近转子组件123的一侧，并与定子套筒1222抵接，以使连接件251和转子组件123之间具有间距。

限位部2512用于限制连接件251和转子组件123之间的相对位置，如图10和图11所示，限位部2512抵接在定子套筒1222上，从而连接件251上除限位部2512之外的部分均远离转子组件123；限位部2512与转子组件123之间的距离虽然相对较近，但由于其与定子套筒1222抵接，因此也不会与转子组件123接触，从而连接件251整体上都是不接触转子组件123的，避免了和转子组件123之间发生摩擦而相互影响。示例性地，如图10所示，该限位部2512远离连接板2511的一侧可以伸入至定子套筒1222内。并且限位部2512靠近连接板2511一侧的径向尺寸可以大于定子套筒1222的内径，从而限位部2512靠近连接板2511的一侧可以露出在定子套筒1222之外，并与定子套筒1222的下端边缘相抵。

在本申请实施例中，结合图8和图11所示出的，连接板2511与光源固定件221相连，在定子轴1221的轴向上，光源固定件221和转子组件123之间的距离大于限位部2512和转子组件123之间的距离，从而保证了光源固定件221与转子组件123之间始终是不接触的，进而避免了光源固定件221和能转动的转子组件123之间的相互影响。

在本申请实施例中，限位部2512可以是任意形状，并连接在连接板2511朝向转子组件123一侧的任意位置，只要能使连接件251上除限位部2512之外的部分与转子组件123之间的距离增大即可。

可选地，如图11所示，限位部2512可以环绕第一开口25111设置，并且定子轴1221贯穿限位部2512。在这种情况下，限位部2512远离连接板2511的端面为环形端面，该环形端面适于与定子套筒1222的环形端面相抵接，具有很好的稳定性；并且，由于定子轴1221从该环形端面的内侧穿过，能起到一定的限位作用，因此连接件251在抵接力的作用下不容易发生歪斜，提高了抵接配合的可靠性。

在一些实施例中，连接板2511具有位于中心区域的凹陷部25112，凹陷部25112比连接板2511上的其它部分更远离外转子电机12（或转子组件123）；第一开口25111可以开设在凹陷部25112的中心位置，环绕第一开口25111的限位部2512在与定子套筒1222抵接时，连接板2511上各部分受力相对平衡。

在一些实施例中，参见图12，限位部2512可以连接在第一开口25111的边缘，并与第一开口25111相配合而形成适于允许定子轴1221贯穿的通道2513。该通道2513的形状和尺寸与定子轴1221的形状和尺寸相适应，位于该通道2513内的定子轴1221可以与通道2513的内壁接触，从而提高了连接件251的定子轴1221的装配同轴度。

常见的定子轴1221为圆柱形，在安装连接件251时，连接件251可以通过第一开口25111相对于定子轴1221转动。即使有第一紧固件252提供的抵接力存在，该转动也不可完全避免。然而，连接件251还与发光组件22中的光源固定件221抵接或连接，但光源固定件221须杜绝相对于定子轴1221转动。

为解决上述问题，在本申请的一些实施例中，如图12和图13所示，连接件251还可以包括防错部2514，防错部2514位于第一开口25111和限位部2512所形成的通道2513的内部，并与通道2513的至少一部分连接；定子轴1221上设置有防错结构12212，该防错结构12212与防错部2514相配合，以限制定子轴1221相对于连接件251转动。

如图13所示,防错结构12212例如可以为开设在定子轴1221上的平槽,该平槽的一端延伸到定子轴1221的靠近发光组件22的端部,该平槽可以通过将定子轴1221上的外螺纹12211切削一部分得到;防错部2514为与该平槽形状适配且尺寸适配的凸起。

在向定子轴1221上装配连接件251时,可以使防错部2514对齐防错结构12212的位置,然后再将定子轴1221插入通道2513中,使得防错部2514和防错结构12212彼此配合。此时,受到防错部2514和防错结构12212的形状限制,定子轴1221和连接件251之间不能相对转动。

在本申请的一些实施例中,如图11所示,连接件251还包括第一凸缘1232部,第一凸缘1232部连接在连接板2511的边缘,并朝向转子组件123凸出;第一凸缘1232部、连接板2511和限位部2512之间通过连接筋2517相连。

第一凸缘1232部用于提高连接板2511的边缘部分的结构强度。

第一凸缘1232部、连接板2511和限位部2512之间通过至少一条连接筋2517相连,一方面能够提高限位部2512的结构强度,进而提高连接件251与定子套筒1222的抵接可靠性;另一方面能够提供连接板2511的结构强度,进而提高连接件251与光源固定件221的连接可靠性,使得连接板2511的板体不容易发生断裂。

可选地,连接板2511、第一凸缘1232部、限位部2512和连接筋2517一体成型,以进一步提高连接件251的结构强度。

在本申请的一些实施例中,连接板2511上还开设有第二开口25113;连接件251还包括第二凸缘1232部,第二凸缘1232部连接在第二开口25113的边缘,并朝向转子组件123凸出。第二凸缘1232部通过连接筋2517与第一凸缘1232部和限位部2512中的至少一个相连,连接筋2517还与连接板2511相连。

第二开口25113用于降低连接件251的自重,第二凸缘1232部用于提高连接板2511在第二开口25113的边缘处的结构强度。第二凸缘1232部通过连接筋2517与第一凸缘1232部和限位部2512中的至少一个相连,能够进一步提供连接件251的结构强度。

在本申请的一些实施例中,连接件251和光源固定件221之间通过紧固件进行连接,相应地,连接板2511上设有用于允许紧固件穿过的第三开口25114;连接件251还包括第三凸缘1232部,第三凸缘1232部连接在第三开口25114的边缘,并且第三凸缘1232部还通过连接筋2517与第一凸缘1232部、第二凸缘1232部和限位部2512中的至少一个相连,连接筋2517还与连接板2511相连。

第三凸缘1232部用于提高连接板2511在第三开口25114的边缘处的结构强度。第三凸缘1232部通过连接筋2517与第一凸缘1232部、第二凸缘1232部和限位部2512中的至少一个相连,能够进一步提供连接件251的结构强度。

需要说明的是,第一凸缘1232部、第二凸缘1232部和第三凸缘1232部在高度方向上的尺寸均小于限位部2512在高度方向上的尺寸,以使第一凸缘1232部、第二凸缘1232部和第三凸缘1232部比限位部2512更远离转子组件123。其中,高度方向平行于定子轴1221的轴线。

在一些实施例中,第二开口25113、第二凸缘1232部、第三开口25114、第三凸缘1232部和连接筋2517的数量均为多个,并且连接件251为中心对称结构,对称中心位于第一开口25111的轴线上(在装配的情况下,第一开口25111的轴线与定子轴1221的轴线重合)。

示例性地,如图11所示,连接板2511可以为三角星形状,第一开口25111位于连接板2511的正中心位置;连接板2511的三个角中的每个角的中间部分开设有一个第二开口25113,并且每个第二开口25113远离第一开口25111的一侧开设有一个第三开口25114,第三开口25114和第二开口25113不连通,第一开口25111、第二开口25113和第三开口25114的开口方向均相同。限位部2512连接在第一开口25111的边缘,连接板2511的外边缘连接有第一凸缘1232部,每个第二开口25113的边缘连接有第二凸缘1232部,每个第三开口25114的边缘连接有第三凸缘1232部。连接板2511上还设置有沿限位部2512的环向分布的多条连接筋2517,多条连接筋2517中存在至少一条连接筋2517沿第一开口25111的径向延伸,并依次连接限位部2512、第二凸缘1232部、第三凸缘1232部和第一凸缘1232部;多条连接筋2517中还存在至少一条连接筋2517沿第一开口25111的径向延伸,并连接限位部2512和第一凸缘1232部。其中,与限位部2512直接相连的多条连接筋2517中,任意两条连接筋2517之间的夹角相等。

为便于连接件251和光源固定件221的装配,在一些实施例中,如图13所示,连接板2511上还设置有第一定位结构2519,光源固定件221上设置有第二定位结构2212,第一定位结构2519和第二定位结构2212相配合,以限制连接板2511和固定件的相对位置。

可选地,第一定位结构2519和第二定位结构2212分别为凸起和凹槽中的一种和另一种,其中,该凹槽可以为通槽或非通槽。

以图14所示出的第一定位结构2519为凸起,第二定位结构2212为通槽为例,该凸起在连接板2511上向远离转子组件123的方向凸出,并适于卡入光源固定件221上对应的通槽内。其中,凸起位于其中一个第二开口25113内,并连接在连接板2511和/或第二凸缘1232部上,通槽开光源固定件221上的开设位置与凸起的

位置相对应。

如图15所示,在第二种可能的情况下,在第二种可能的情况下,电机12为内转子电机12,空心轴121为转子轴124,转子轴124与风轮11连接。内转子电机12包括外定子组件125,外定子组件125围绕在转子轴124的外侧,并与风轮11之间具有间隙。

在内转子电机12启动后,空心的转子轴124旋转,风轮11在转子轴124的带动下同步旋转而产生气流,定子组件固定不动。

如图19所示,风扇机构1包括风扇外壳13,风轮11和电机12位于风扇外壳13的内侧,并与风扇外壳13间隔设置,发光组件22与风扇外壳13连接。悬吊机构3与风扇外壳13连接,控制组件21被安装在悬吊机构3的内部。如图16所示,照明机构2还包括限位件24,限位件24与悬吊机构3连接,用于限制导电件23在转子轴124内的位置。

导电件23通常采用导线,容易理解的是,当空心轴121为转子轴124时,由于转子轴124在运行时会高速旋转,可能会导致从中穿过的导线发生缠绕卷曲,或者出现磨损,引起安全事故的发生。为解决该问题,本申请实施例中额外设置了限位件24,限位件24能够限制位于转子轴124内部的导电件23的位置,使其不能跟随转子轴124转动,也不会与转子轴124产生摩擦而出现磨损,提高了安全性。

在本申请实施例中,限位件24可以将导电件23与转子轴124间隔开,从而避免转子轴124对导电件23产生影响。

在一些实施例中,如图17所示,限位件24包括套管241,套管241与悬吊机构3连接,并且套管241的内部与悬吊机构3的内部连通;套管241贯穿转子轴124,并且套管241和转子轴124的内壁之间具有间隙,导电件23从套管241的内部穿过。

套管241为刚性材质,相比于柔性的导线,套管241的位置更容易控制和约束。如图17所示,套管241被固定在悬吊机构3上,并位于转子轴124的内部,其中套管241和转子轴124的内壁保持一定距离,二者互不接触,这样无论转子轴124是否高速旋转,套管241都是保持不动的。将导线从套管241的内部穿过,实现了导线与转子轴124的隔离,从而避免了导线的缠绕和磨损所引起安全事故。

在另一些实施例中,如图18所示,限位件24也可以包括连接杆242,连接杆242与悬吊机构3连接,并贯穿转子轴124,连接杆242与转子轴124的内壁之间具有间隙;导电件23的一部分从悬吊机构3的内部伸出,并固定在连接杆242的外壁上,导电件23和转子轴124的内壁之间具有间隙。

连接杆242为刚性材质,相比于柔性的导线,连接杆242的位置和延伸方向更加可控。如图18所示,连接杆242固定在悬吊机构3上,并位于转子轴124的内部,其中连接杆242与转子轴124不接触,这样无论转子轴124是否高速旋转,连接杆242都是保持不动的。悬吊机构3的底部可以开设一个开口,导电件23从该开口中穿过,并缠绕或者被固定在连接杆242上,由于固定在连接杆242上的导电件23和转子轴124的内壁之间具有间隙,因此避免了导线的缠绕和磨损所引起安全事故。

可选地,如图18所示,连接杆242上设置有若干个线夹243,导电件23通过线夹243固定在连接杆242上。

综上所述,在本申请实施例提供的无叶风扇灯中,由于电机12具有空心的定子轴1221或者空心的转子轴124,因此用于连接照明机构2的控制组件21和发光组件22的导电件23可以从该空心轴121的内部穿过,从而避免了远距离绕线,使得布线更加简洁、提高安全性的同时,也节省了导电件23的用料成本,进而降低了无叶风扇灯的成本。

在本申请的一些实施例中,如图19所示,风扇外壳13包括外壳体131(也可称之为罩壳)、第一风道构件1321和第二风道构件1322;第一风道构件1321和第二风道构件1322位于外壳体131的内部,并围绕风轮11的出风口112设置,该第一风道构件1321和第二风道构件1322可以统称为风道组件132。其中第一风道构件1321与风轮11的顶部相邻,第二风道构件1322与风轮11的底部相邻,第一风道构件1321和第二风道构件1322之间形成有环绕出风口112的风道空间1323;第一风道构件1321和第二风道构件1322各自远离风轮11的一端彼此靠近且二者之间具有间隙,该间隙可形成环形开口1324,并用作风道空间1323(或无叶风扇灯)的吹风口,以用于排出风轮11吹出的气流。

在本申请实施例中,风轮11的顶部指的是位于上方的部分,也即更接近悬吊机构3的部分,底部指的是位于下方的部分,也即更接近发光组件22的部分。

本申请实施例提供的风扇机构1为叶片115隐藏式的出风机构,风轮11位于风扇外壳13的内部,相应地,风道空间1323也形成在风扇外壳13的内部。如图19所示,风扇外壳13的顶部为进风格栅1312,风轮11的进风口111通过该进风格栅1312与外界连通。示例性地,外壳体131的顶部开设有吸风口1311;进风格栅1312设置在该吸风口1311处。该吸风口1311位于风轮11上的进风口111的外侧,并与该进风口111相对,因而该吸风口1311也可以称之为外进风口111。在一些实施例中,该吸风口1311的直径可大于进风口111的直径。风道空间1323由第一风道构件1321和第二风道构件1322配合形成,位于风轮11的出风口112和风扇外壳13的内壁之间,呈环形。通过风轮11与第一风道构件1321和第二风道构件1322的结合,使气流从风扇机构1的

顶部吸进，再由风轮11把风吹到第一风道构件1321的内壁后再通过环形开口1324（也可称之为风道出口）吹出，而形成环形形状的风并向地面吹去，使得出风更加柔和。

参见图19，第一风道构件1321和第二风道构件1322沿风轮11的径向围成风道空间1323，由于第一风道构件1321和第二风道构件1322越远离风轮11越彼此靠近，因此所形成的风道空间1323在径向上越远离风轮11，则截面积越小，从而有助于集中风轮11吹出的气流，提高风道出口的出风效率和送风距离。风道出口由第一风道构件1321远离风轮11的端部和第二风道构件1322远离风轮11的端部围成，出口方向指向下方，以使气流吹拂到位于该无叶风扇灯下方的用户。

在本申请实施例中，如图20所示，第一风道构件1321和第二风道构件1322还环绕在发光组件22的周围，其中，光源固定件221的边缘部分与第二风道构件1322邻近风轮11的一端配合连接，以进一步提高连接可靠性，防止因震动发生掉落；同时由于灯盘的径向外侧还设有第二风道构件1322，因此还能起到防止溢光的效果。

基于上述可见，光源固定件221与定子轴1221相连，并且与风轮11相间隔，因而当风轮11转动时，光源固定件221得以保持静止不动。在此基础上，光源固定件221与风扇外壳13中的第二风道构件1322是配合连接的，以防止二者震动掉落，由此可见，包括该第二风道构件1322的风扇外壳13相对于光源固定件221静止，而不随风轮11转动。也就是说，本申请实施例提供的无叶风扇灯中，风轮11与风扇外壳13间隔设置，风轮11转动时，该风扇外壳13可以静止不动。

在本申请实施例中，如图20所示，发光组件22还可以包括灯罩223，风罩位于发光元件222远离光源固定件221的一侧，并发光元件222之间具有距离；灯罩223还与第二风道构件1322远离风轮11的一端配合连接。通过设置灯罩223，一方面能够避免人眼直视发光元件222，起到护眼的效果，另一方面还能防止灰尘进入照明机构2的内部，而引起发光元件222故障。

基于图20可见，悬吊机构3位于风扇外壳13的上方，该悬吊机构3的底部伸入至风扇外壳13内，例如通过外壳体131上开设的吸风口1311伸入至风扇外壳13内。风扇外壳13的顶部具有进风格栅1312，该进风格栅1312环绕悬吊机构3的底部。该悬吊机构3与风扇外壳13之间具有沿高度方向的间隙，其中高度方向平行于空心轴121的轴线。在一些实施例中，如图21所示，风轮11包括轮毂部1131，轮毂部1131与风轮11的进风口111位置相对，用于安装固定电机12。该轮毂部1131例如可以设置在风轮11的底板113上，并且朝向顶板114的方向凸起。轮毂部1131具有安装轴孔11311，电机12的一部分从该安装轴孔11311中穿过并位于风轮11的内部。电机12具有与转子连接并沿转子的周向设置的凸缘1232，凸缘1232的至少一部分与轮毂部1131朝向发光组件22的一侧相连或相抵。示例性地，凸缘1232与轮毂部1131通过螺丝连接在一起。

结合图20和图21可见，转子组件123还可以位于底板113靠近发光组件22的一侧，电机12中的定子轴1221伸入至风轮11的高度空间内，并进而与悬吊机构3相连。在一些实施例中，转子组件123还可以位于底板113靠近发光组件22的一侧时，转子组件123也可以位于风轮11的高度空间内。如图56所示，风轮11中的底板113中央部分向上凸起形成轮毂部1131，电机12的转子组件123作为主体部126连接在轮毂部1131的凹陷侧，并且转子组件123可以位于该轮毂部1131形成的凹陷空间内，该凹陷空间作为风轮11的高度空间的一部分。

示例性地，转子组件123包括转子套筒1231和凸缘1232，其中凸缘1232与转子套筒1231相连，并沿转子套筒1231的周向设置。凸缘1232的至少一部分与轮毂部1131朝向发光组件22的一侧相连或相抵，转子套筒1231的一部分从安装轴孔11311穿过并位于风轮11的内部。此时，如图20和图21可见，转子套筒1231的一部分容纳在风轮11的底板113和顶板114形成的空间内。转子组件123位于高度空间内时，转子组件123位于该高度空间内的部分的高度尺寸，大于转子组件123位于高度空间之外的部分的高度尺寸。如此，通过将电机12中转子组件123容置在风轮11的内部，减小了无叶风扇灯在高度方向上的尺寸，有利于产品小型化。

在其他实施例中，转子组件123还可以位于底板113靠近发光组件22的一侧，电机12中的定子轴1221伸入至风轮11的高度空间内，并进而与悬吊机构3相连。或者，凸缘1232的至少一部分可与轮毂部1131背离发光组件22的一侧相连或相抵，转子套筒1231整体位于风轮11的内部，从而整个转子组件123都可以隐藏在风轮11的高度空间内。

在一些实施例中，风轮11的轮毂部1131朝向发光组件22的一侧具有多条同心设置的环形加强筋116，环形加强筋116环设于安装轴孔11311。换言之，底板113还包括多条环形加强筋116，多条环形加强筋116与轮毂部1131相连，并环设于安装轴孔11311，该多条环形加强筋116与安装轴孔11311同心设置；并且相邻的两条环形加强筋116之间通过加强肋117相连。在一些实施例中，旋转电机12的凸缘1232与至少一个环形加强筋116相连或相抵。

如图21所示，轮毂部1131上设有多个环形加强筋116和多个加强肋117，多个环形加强筋116与安装轴孔11311同心设置，从而加强轮毂部1131的强度。可选地，多个环形加强筋116的高度彼此不同，越靠近轮毂部1131的轴线的环形加强筋116，直径越小，高度越低；越远离轮毂部1131的轴线的环形加强筋116，直径

越大,高度越高;最外侧的环形加强筋116的高度小于轮毂部1131向风轮11内部的隆起高度。相邻的两个环形加强筋116之间通过至少一个加强肋117连接,以进一步增加轮毂部1131的强度。

在一些实施例中,风轮11的底板113还包括连接部1132,连接部1132与轮毂部1131的外缘相连;连接部1132和位于最外侧的环形加强筋116之间通过加强肋117相连。

例如在图21所示出的底板113中,轮毂部1131上由内而外具有三个环形加强筋116,其中第一个环形加强筋116和第二个环形加强筋116之间通过六个加强肋117连接,六个加强肋117沿着环形加强筋116的周向均匀布置;第二个环形加强筋116和第三个环形加强筋116之间也通过六个加强肋117连接,这六个加强肋117与内侧的六个加强肋117位置对应;第三个环形加强筋116通过六个加强肋117连接在连接部1132上,这六个加强肋117与内侧的十二个加强肋117位置对应。上述无叶风扇灯的加强结构在(二)部分详述。

在装配电机12时,电机12的凸缘1232抵接在至少一个环形加强筋116和加强肋117上,从而保证了轮毂部1131有较好的结构强度,能够可靠连接。示例性地,电机12通过螺栓连接的方式固定在轮毂部1131上,如图21所示,第二个环形加强筋116上与加强肋117相交的位置开设有通孔,凸缘1232上对应的位置也开设有通孔,螺栓和螺母穿过这两个通孔而将电机12安装在风轮11上。

可选地,在螺栓上还套设有弹介,在旋紧状态下,弹介被夹设在螺栓的头部和凸缘1232之间,弹介用于增加凸缘1232和风轮11之间的连接紧固度。

可选地,如图21所示,在电机12的凸缘1232与风轮11的底板113之间还可以设置有转动减震件15。该转动减震件15也可以称之为密封减震件,其例如可以包括密封圈。

在本申请的另一实施例中,风轮11的底板113也可以通过模内注塑工艺与旋转电机12的凸缘1232相连。在实施中,可以将连接好的转子及凸缘1232放入风轮11的注塑模具中,之后向模具中加入注塑材料,使得注塑成型后风轮11的底板113包裹在凸缘1232的外部,以实现风轮11和凸缘1232的紧密连接;之后,将电机12的其他部件安装到转子上。可选地,凸缘1232朝向发光组件22的一侧和/或背离发光组件22的一侧设有至少一个凸出部,该凸出部用于加强凸缘1232与风轮11的轮毂部1131之间的接触面积,进而增加风轮11的轮毂部1131与凸缘1232之间的注塑牢固性,提高注塑产品的使用强度和使用寿命。

上述(一)部分对无叶风扇灯的风扇机构1、照明机构2和悬吊机构3等各组件之间的安装方式,以及无叶风扇灯内部的走线方式进行了描述。在上述实施例的基础上,本申请还对风扇机构1、照明机构2和悬吊机构3中至少一个的内部结构进行了改进,以实现更好的加强、防抖和出风等效果。以下从无叶风扇灯的加强结构、防抖结构和出风结构展开描述。可以理解的是,该(一)至(四)部分之间的结构改进可以相互结合,以提供具有多方面优化性能 of 无叶风扇灯。

(二) 无叶风扇灯的加强结构

相关技术中,无叶风扇主要采用涡轮式风轮11,电机12转子与涡轮式风轮11直接相连,驱动叶片115旋转,从而产生气流。然而,由于风扇运行期间风轮11的转速比较高,因此会在转子和风轮11的连接处产生很大的应力,容易导致连接处断裂损坏,严重影响了风扇的使用寿命。

本申请实施例提供了一种风扇机构1,该风扇机构1例如可以为上述(一)部分提供的无叶风扇灯中的风扇机构1。如图22所示,该风扇机构1包括风轮11和电机12;风轮11包括底板113和第一加强结构118,底板113上开设有第一通孔11312,第一加强结构118与底板113连接,并围绕第一通孔11312的至少一部分;电机12包括转子组件123(也可以称之为转子),转子组件123上开设有第二通孔12341,其中,风轮11和转子组件123通过穿过第一通孔11312和第二通孔12341的第二紧固件14固定连接。如图22和图23所示,转子组件123在底板113上的安装区域位于第一加强结构118在该底板113上围成的区域内。示例性地,转子组件123在投影平面上的正投影可以位于第一加强结构118在该投影平面上的正投影之内,其中该投影平面可以垂直于风轮11的转动轴线,例如平行于底板113所在平面。

在一些实施例中,第一加强结构118的至少一部分位于风轮11和转子组件123之间,并与转子组件123相抵。如上所述的,在本实施例中,风轮11的进风口111位于顶部,出风口112位于风轮11的侧面并沿环向开设,风轮11的底板113与进风口111相对。

本申请实施例提供的风扇机构1包括风轮11,以及用于驱动风轮11转动的电机12;风轮11的底板113上开设有第一通孔11312,电机12的转子组件123上开设有第二通孔12341,紧固件可以穿过第一通孔11312和第二通孔12341,并将底板113和转子组件123连接在一起;在风轮11的底板113上还连接有第一加强结构118,该第一加强结构118可以用于增加底板113的结构强度和刚度,将转子组件123在底板113上的安装区域设置在该第一加强结构118在该底板113上围成的区域内,底板113上用于与转子组件123连接的部分不容易发生断裂。在一些实施例中,在底板113和转子组件123紧固连接时,转子组件123会抵接在第一加强结构118远离底板113的一侧。进一步地,由于第一加强结构118是围绕第一通孔11312设置的,能增强第一通孔11312周围板体的结构强度和刚度,因此风轮11在电机12的驱动下转动时,底板113上用于与转子组件123连接的部分不容易发生断裂,进而提高了风扇机构1的使用寿命。

在本申请的一些实施例中，参见图23，底板113上开设有安装轴孔11311，安装轴孔11311与第一通孔11312间隔设置，转子组件123与底板113远离进风口111的一侧相连，并且转子组件123的一部分贯穿安装轴孔11311，以位于风轮11的内部。

第一加强结构118包括第一加强部1181，第一加强部1181与安装轴孔11311的边缘连接。也即是，第一加强部1181可以直接设置在安装轴孔11311的内壁面上。该第一加强部1181例如可以为上述多条环形加强筋116中的一条加强筋，因而该第一加强部1181也可以称之为第一加强筋。在一些实施例中，第一加强部1181与转子组件123贯穿安装轴孔11311的部分接触。

安装轴孔11311用于安装电机12，其中，电机12的转子组件123穿过该安装轴孔11311，从而转子组件123的一部分位于风轮11的内部，而其余部分则位于风轮11的外部。风轮11的底板113上设有第一加强部1181，第一加强部1181与安装轴孔11311的边缘连接，用于增加底板113在安装轴孔11311周围的板体的结构强度和刚度。如图23所示，当将电机12的转子组件123插入安装轴孔11311以进行装配时，转子组件123会与第一加强部1181相接触，从而限制了转子组件123在安装轴孔11311内的位置，因此提高了电机12的转子组件123和风轮11上安装轴孔11311的同轴度。

可选地，第一加强部1181是环向封闭的环形加强筋116。

在本申请的一些实施例中，第一加强结构118还包括第二加强部1182；第二加强部1182位于第一通孔11312远离安装轴孔11311的一侧，并环绕安装轴孔11311设置，第二加强部1182的圆心位于安装轴孔11311的轴线上；第二加强部1182与转子组件123位于安装轴孔11311之外的部分相抵。在一些实施例中，第二加强部1182与转子组件123位于安装轴孔11311之外的部分直接接触。

如图23所示，第二加强部1182和安装轴孔11311之间的距离大于第一通孔11312和安装轴孔11311之间的距离，从而第二加强部1182位于第一通孔11312远离安装轴孔11311的一侧。当将电机12的转子组件123插入安装轴孔11311以进行装配时，转子组件123的一部分会被限制在安装轴孔11311之外，并抵接在第一加强部1181上，开设在该部分上的第二通孔12341能与底板113上的第一通孔11312相配合。并且，该部分还与第二加强部1182相接触，从而限制转子组件123和风轮11之间的相对位置，因此进一步提高了电机12的转子组件123和风轮11上安装轴孔11311的同轴度。

在本申请的一些实施例中，参见图23和图24，转转子组件123包括转子铁芯1233和转子法兰1234，转子铁芯1233和转子法兰1234固定连接，第二通孔12341开设在转子法兰1234上；转子铁芯1233位于安装轴孔11311内，第一加强部1181围绕转子铁芯1233；转子法兰1234位于第一加强部1181远离底板113的一侧，并且转子法兰1234的周向边缘位于第二加强部1182靠近第一加强部1181的一侧。

基于图23和图24可见，第二加强部1182限定了第一加强结构118在该底板113上围成的区域的边缘，从而该第一加强结构118在该底板113上围成的区域可以确定为第二加强部1182在该底板113上围成的区域。

基于图23可见，转子法兰1234可以连接在转子铁芯1233的底部，其中转子法兰1234的中央部分封闭转子铁芯1233的底端，以形成上述的转子套筒1231；转子法兰1234中围绕该中央部分的边缘部分可以作为上述的凸缘1232。

在一些实施例中，转子铁芯1233与第一加强部1181远离第二加强部1182的侧壁接触；转子法兰1234与第一加强部1181远离底板113的一侧相抵，并与第二加强部1182靠近第一加强部1181的侧壁接触。在其他实施例中，转子铁芯1233可与第一加强部1181之间相分隔，以避免第一加强部1181干涉转子铁芯1233转动；转子法兰1234与第一加强部1181远离底板113的一侧之间相间隔，并且转子法兰1234与第二加强部1182靠近第一加强部1181的侧壁接触。

如图23所示，转子铁芯1233的直径略小于安装轴孔11311的孔径，转子法兰1234固定连接于转子铁芯1233的一端，并且转子法兰1234的直径大于安装轴孔11311的内径。在安装时，将转子铁芯1233插入安装轴孔11311，此时转子铁芯1233的外侧壁可以与第一加强部1181的内侧壁相接触或相间隔，转子法兰1234的法兰面与第一加强部1181和/或第二加强部1182的端面相抵，并且转子法兰1234的外边缘与第二加强部1182的内侧壁接触。第二通孔12341位于转子法兰1234上，并与风轮11的底板113上开设的第一通孔11312的位置相对应，第二紧固件14穿过第一通孔11312和第二通孔12341并固定连接风轮11和电机12。其中，转子法兰1234的法兰面指的是用于与第一加强结构118相抵接，并且被第二通孔12341贯穿的表面。

在本申请实施例中，第二加强部1182的数量可以为一个或多个。例如，参见图25，第二加强部1182的数量只有一个，一个第二加强部1182围绕在第一通孔11312和安装轴孔11311的外侧。又例如，参见图26，第二加强部1182的数量多于一个，在这种情况下，多个第二加强部1182沿安装轴孔11311的径向依次排布，并且每个第二加强部1182均环绕安装轴孔11311。此时，位于最内圈的第二加强部1182（即直径最小的第二加强部1182）与第一通孔11312相邻，并且转子法兰1234适于与位于最外圈的第二加强部1182（即直径最大

的第二加强部1182)接触。

该第二加强部1182例如可以为上述多条环形加强筋116中的一条加强筋,因而该第二加强部1182也可以称之为第二加强筋。可选地,第二加强部1182为沿环向封闭的环形加强筋116,并且当第二加强部1182的数量为多于一个时,多于一个第二加强部1182同心设置并且依次嵌套。

可选地,当第二加强部1182的数量多于一个时,相邻的两个第二加强部1182之间连接有至少一条连接肋11821(也可称之为加强肋117),至少一条连接肋11821沿安装轴孔11311的径向依次延伸。

加强肋117,以及除位于最外圈的第二加强部1182之外的其他第二加强部1182,用于进一步增加底板113位于安装轴孔11311周围的板体的结构强度和刚度,防止板体发生变形和翘曲,以及减少板体内应力。

可选地,在高度方向上,第一加强部1181的尺寸小于第二加强部1182的尺寸,其中高度方向平行于安装轴孔11311的轴线。

如图23所示,第一加强部1181在高度方向上的尺寸较小,并且第二加强部1182在高度方向上的尺寸较大。转子法兰1234自风轮11的中间位置,经过第一加强部1181远离底板113的表面并向风轮11的边缘位置延伸,直至与第二加强部1182靠近第一加强部1181的侧壁相接触或相邻近,此时转子法兰1234的法兰面与第一加强部1181远离底板113的表面相抵。

可选地,如图23所示,从第一加强部1181指向第二加强部1182,第一加强结构118在高度方向上的尺寸渐增,其中高度方向平行于安装轴孔11311的轴线。

“在高度方向上的尺寸渐增”指的是第一加强结构118沿高度方向的尺寸逐渐增大,既包括高度尺寸持续不断地增大的情况,也包括高度尺寸间断性地增大的情况,只要第一加强结构118上更远离安装轴孔11311的部分的高度尺寸不小于更接近安装轴孔11311的部分的高度尺寸即可。例如在图23中,从第一加强部1181指向第二加强部1182,高度尺寸增加后保持不变,之后再次增加。总的来说,第一加强结构118在整体上呈现为自风轮11的中间位置向边缘位置,高度尺寸渐增,从而与转子法兰1234的法兰面的高度相适配的效果。

参见图24,在本申请的一些实施例中,第一加强结构118还包括第三加强部1183,第三加强部1183为沿第一通孔11312的环向封闭的环形结构。

第三加强部1183为环形加强筋116,因而该第三加强部1183也可以称之为第三加强筋。该环形加强部环设于第一通孔11312,因此增强了底板113在第一通孔11312的环向周围的板体部分的结构强度和刚度,使得转子组件123在带动底板113转动时,底板113不容易发生断裂;并且,即便底板113在第一通孔11312的边缘处发生断裂,裂缝也会被第三加强部1183阻断,而不容易延伸到第三加强部1183外侧的板体部分,因此大大提高了风扇机构1的使用寿命。

在本实施例中,第三加强部1183可以与第一通孔11312的边缘连接,或者,如图23所示,第三加强部1183和第一通孔11312的边缘之间也可以相隔一定距离。

在本申请的一些实施例中,第三加强部1183的数量为至少两个,至少两个第三加强部1183沿安装轴孔11311的环向分布;第一加强结构118还包括第四加强部1184,第四加强部1184的两端分别与在安装轴孔11311的环向上相邻的两个第三加强部1183连接。

示例性地,参见图25,在安装轴孔11311的环向上设置有三个第三加强部1183,并且任意两个相邻的第三加强部1183通过一个第四加强部1184相连。第四加强部1184用于增加相邻的两个第三加强部1183之间的底板113板体的结构强度和刚度,同时,第四加强部1184还能起到避免这部分底板113板体发生变形和翘曲,减少板体内应力的作用。

在本申请的一些实施例中,至少两个第三加强部1183的圆心位于安装轴孔11311的同一个同心圆上,第四加强部1184为沿该同心圆的周向延伸的弧形加强部。

如图25所示,第四加强部1184为弧形加强部,并且多个弧形加强部的延伸方向位于安装轴孔11311的一个同心圆上。采用弧形设计的第四加强部1184与第三加强部1183相配合,进一步提高了安装轴孔11311周围的板体的结构强度和刚度。

在本申请的一些实施例中,第一加强结构118还可以包括第五加强部1185和第六加强部1186中的至少一种,第五加强部1185和第六加强部1186均沿安装轴孔11311的径向延伸。其中,第五加强部1185的两端分别与第一加强部1181和第三加强部1183连接,或者分别与第二加强部1182和第三加强部1183连接。第六加强部1186的两端分别与第一加强部1181和第四加强部1184连接,或者分别与第二加强部1182和第四加强部1184连接。

如图27所示,第五加强部1185用于进一步增加第三加强部1183和第一加强部1181之间的底板113的板体部分的结构强度和刚度,以及第三加强部1183和第二加强部1182之间的底板113的板体部分的结构强度和刚度,防止该板体发生变形和翘曲,以及减少板体内应力。

第六加强部1186用于进一步增加第一加强部1181和第四加强部1184之间的底板113的板体部分的结构强度和刚度,以及第二加强部1182和第四加强部1184之间的底板113的板体部分的结构强度和刚度,防止该

板体发生变形和翘曲，以及减少板体内应力。

可选地，第五加强部1185的数量为多个，多个第五加强部1185中存在两个第五加强部1185分别位于同一个第三加强部1183的相对两侧，并且两个第五加强部1185的延伸方向均经过同一个第三加强部1183的圆心。

如图27所示，多个第三加强部1183和多个弧形的第四加强部1184相配合，在整体上呈现为环形结构。在环形的第一加强部1181和整体上呈环形结构的多个第三加强部1183和多个第四加强部1184之间，形成有第一环形间隔；在环形的第二加强部1182和整体上呈环形结构的多个第三加强部1183和多个第四加强部1184之间，形成有第二环形间隔。其中，第一环形间隔内设置有沿环向布置的多个第五加强部1185，第二环形间隔内也设置有沿环向布置的多个第五加强部1185。至少一个第三加强部1183同时与两个第五加强部1185连接，这两个第五加强部1185分别位于第一环形间隔和第二环形间隔内，并且这两个第五加强部1185的延伸方向相同，均经过其所连接的第三加强部1183的圆心。

可选地，第六加强部1186的数量为多个，多个第六加强部1186中存在两个第六加强部1186分别位于第四加强部1184的相对两侧，并且均连接在第四加强部1184的中间位置。

继续参见图27，第一环形间隔内可以设置有沿环向布置的多个第六加强部1186，第二环形间隔内也可以设置有沿环向布置的多个第六加强部1186。至少一个第四加强部1184同时与两个第六加强部1186连接，这两个第六加强部1186分别位于第一环形间隔和第二环形间隔内，并且这两个第六加强部1186的延伸方向相同。其中，这两个第六加强部1186均连接在第四加强部1184的中间位置，从而这两个第六加强部1186中的每个第六加强部1186，与分别位于第四加强部1184两端的两个第一加强部1181之间的距离相等。

如图27所示，第三加强部1183沿安装轴孔11311的环向均匀布置，第五加强部1185和第六加强部1186沿安装轴孔11311的环向均匀设置，使得第一加强结构118为中心对称结构，该中心对称结构的对称中心位于安装轴孔11311的轴线上，因此保证了安装轴孔11311周围的板体在整体上是均匀加强的，从而进一步保证了加强效果。

在本申请的一些实施例所提供的风扇机构1中，如图22和图23所示，转子法兰1234的直径小于位于最内圈的第二加强部1182的直径，此时转子法兰1234会与第一加强结构118中的第一加强部1181、第三加强部1183、第四加强部1184，以及位于第一环形间隔内的第五加强部1185以及第六加强部1186相抵接，还可能与至少部分位于第二环形间隔内的第五加强部1185和第六加强部1186相抵接。

在一些实施例中，如图28所示，在高度方向上，第一加强部1181的尺寸最小，与第一加强部1181相连的第五加强部1185和第六加强部1186的尺寸等于第一加强部1181的尺寸；第三加强部1183的尺寸和第四加强部1184的尺寸相等，且均大于第一加强部1181的尺寸；位于第二环形间隔内的第五加强部1185的尺寸和第六加强部1186的尺寸相等，且均等于第三加强部1183的尺寸；多个第二加强部1182的尺寸相等，并且大于第三加强部1183的尺寸，位于相邻的第二加强部1182之间加强肋117的尺寸等于第二加强部1182的尺寸，因而第一加强结构118整体上呈现为在高度方向上尺寸渐增的结构。

在本申请实施例中，将从风轮11的底板113沿转动轴线指向风轮11的顶部的方向定义为高度方向，并且距离风轮11的顶部越近则高度越高。第一加强结构118的不同部分具有不同的高度，并与转子法兰1234的法兰面的形状相适应。

上述实施例中，第一加强结构118可以为加强筋。在其他实施例中，该第一加强结构118也可以为加强板。

在本申请的一些实施例中，如图29所示，底板113包括轮毂部1131和连接部1132，轮毂部1131和连接部1132自底板113的中心向边缘依次相连。轮毂部1131用于安装电机12，安装轴孔11311和第一加强结构118均位于轮毂部1131上；连接部1132用于连接风轮11的叶片115。其中，轮毂部1131的高度高于连接部1132的高度，高度方向平行于风轮11的转动轴线。

如图29所示，相比于连接部1132，轮毂部1131距离风轮11的顶部更近，也即轮毂部1131的高度更高。第一加强结构118连接在轮毂部1131远离风轮11的顶部的一侧，可选地，第一加强结构118的底部和连接部1132的底面位于同一高度，其中第一加强结构118的底部指的是远离轮毂部1131的部分，连接部1132的底面指的是背离风轮11的顶部的表面。

在一些实施例中，如图29所示，底板113与进风口111相对，转子组件123与底板113远离进风口111的一侧相连，并部分地穿过安装轴孔11311位于风轮11内。在其他实施例中，转子组件123位于底板113远离进风口111的一侧，并与底板113相连，从而转子组件123可以整体位于底板113之下。这种情况下，轮毂部1131相对于连接部1132向靠近进风口111的方向凸起，位于底板113下方的转子组件123可以位于轮毂部1131凸起形成的高度空间内。或者，在另一实施例中，转子组件123与底板113朝向进风口111的一侧相连，并且转子组件123整体地位于风轮11内。

如图29所示，底板113还包括过渡部1133，该过渡部1133连接在轮毂部1131和连接部1132之间。在一些

实施例中，过渡部1133相对于轮毂部1131倾斜，并且相对于连接部1132倾斜。

在本申请的一些实施例中，如图30所示，风扇机构1还包括第二加强结构119，第二加强结构119设置在过渡部1133上，并与第二加强部1182相连。第二加强结构119用于提高过渡部1133的结构强度和刚度。

示例性地，第二加强结构119与位于最外圈的第二加强部1182相连。在本实施例中，当第二加强部1182的数量只有一个时，该第二加强部1182既是“位于最内圈的第二加强部1182”，也是“位于最外圈的第二加强部1182”。当第二加强部1182的数量多于一个时，“位于最外圈的第二加强部1182”指的是直径最大的第二加强部1182。

基于图30可见，第二加强结构119和第一加强结构118位于底板113的同侧，例如分别位于底板113背离进风口111的一侧。第一加强结构118设置在底板113的轮毂部1131上，第二加强结构119设置在底部的过渡部1133上，因而第二加强结构119位于第一加强结构118在底板113上围成的区域之外。

可选地，继续参见图30，第二加强结构119包括至少一个第七加强部1191；每个第七加强部1191沿安装轴孔11311的径向延伸，并且越远离安装轴孔11311，第七加强部1191在高度方向上的尺寸越小。该第七加强部1191和上述的连接肋11821，可以作为上述（一）部分所述的加强肋117中的一个。

如图30所示，第七加强部1191的截面形状为三角形，并且该三角形的底边与位于最外圈的第二加强部1182连接，该三角形的顶角向第三加强部1183远离安装轴孔11311的方向延伸，其中，该三角形的底边的延伸方向平行于高度方向。

在本申请的一些实施例中，每个第七加强部1191经过对应的第三加强部1183的圆心，并且第七加强部1191和对应的第三加强部1183之间设置有至少一个第五加强部1185，至少一个第五加强部1185的延伸方向与第七加强部1191的延伸方向相同。

如图31所示，每个第七加强部1191与一个第三加强部1183对应设置，其中，第七加强部1191沿安装轴孔11311的径向延伸，并经过对应的第三加强部1183的圆心。在相对应的第七加强部1191和第三加强部1183之间还设置有第五加强部1185，该第五加强部1185和第七加强部1191位于安装轴孔11311的同一径向上。

在本申请的一些实施例中，除了以设置第一加强结构118和第二加强结构119的方式来增加底板113的结构强度和刚度，避免底板113和转子法兰1234的连接处断裂的方式外，还可以采用降低底板113和转子法兰1234之间相互作用力的方式来避免连接处断裂损坏。

如图32所示，风扇机构1还包括减震件，该减震件夹设在风轮11的第一加强结构118和电机12的转子组件123之间。

减震件能够提供一定的缓冲、减震作用，在一定程度上保护风轮11和底板113，使其不容易发生断裂和损坏。示例性地，减震件设置在第一加强结构118和转子法兰1234之间，并且位于第一通孔11312和第二通孔12341之间。由此可见，该减震件设置在风轮11中，用于对进行转动的风轮11进行减震，因而该减震件可以称之为转动减震件15。

如图32所示，转动减震件15设置在第一加强结构118和转子法兰1234之间，并位于第一通孔11312和第二通孔12341之间，第二紧固件14穿过转动减震件15；转动减震件15与第一加强结构118中的第三加强部1183远离底板113的一侧相抵，并且转动减震件15的周向边缘位于第二加强部1182靠近第一加强部1181的一侧以及转子法兰1234的周向边缘之间。如上所述的，第一加强结构118包括多个弧形的第三加强部1183，该多个第三加强部1183的延伸方向位于安装轴孔11311的一个同心圆上，并且同心圆经过第一通孔11312。

综上所述，本申请实施例提供的风扇机构1中，在风轮11的底板113上开设有第一通孔11312，电机12的转子法兰1234上开设有第二通孔12341，紧固件可以穿过第一通孔11312和第二通孔12341，并将底板113和转子法兰1234连接在一起，从而实现风轮11与电机12的连接。其中，在风轮11的底板113的轮毂部1131上设置有第一加强结构118，底板113的连接部1132上设置有第二加强结构119，第一加强结构118和第二加强结构119相配合，使得底板113的结构强度和刚度得到显著提升，在被电机12带动旋转时，不容易发生变形和翘曲，更不容易出现断裂损坏；并且在第一加强结构118和转子法兰1234之间还设置有减震件，进一步对风轮11的底板113进行保护，因此风扇机构1的使用寿命被大大延长。

本申请实施例还提供了一种吹风装置，该吹风装置包括上述任一实施例所述的风扇机构1。该吹风装置例如可以为无叶风扇灯。

本申请实施例提供的吹风装置（无叶风扇灯）中，由于采用了上述风扇机构1，因此风轮11的底板113的结构强度和刚度得到明显提升，因此风轮11在电机12的驱动下转动时，底板113上用于与转子组件123连接的部分不容易发生变形和翘曲，更不容易出现断裂损坏，因此延长了风扇机构1的使用寿命。

（三）无叶风扇灯的防抖结构

相关技术中，风扇灯的吹风功能和照明功能分别通过风扇模组和灯具模组完成，而风扇模组和灯具模组通常直接相连。然而，在吹风功能启动后，风扇模组中高速旋转的叶片极易引起整机的高频振动，产生噪音的同时，也导致灯具模组提供的光线不够稳定。

上述实施例中，通过在风扇机构1中设置夹持在电机12的转子组件123和风轮11的底板113之间的转动减震件15，以减少电机12和风轮11之间的震动。本申请实施例中，还可以通过在照明机构2中设置减震组件26，降低风扇机构1运行时产生的震动对照明机构2，尤其照明机构2中的发光组件22的影响，实现无叶风扇灯的防抖功能。

本申请实施例提供了一种能实现防抖功能的无叶风扇灯，如图33和图34所示，该无叶风扇灯包括风扇机构1和照明机构2；风扇机构1包括风道组件132和风轮11，风道组件132环绕风轮11设置，并用于围成风道空间1323（也可称之为风道），该风道空间1323与风轮11的出风口112连通；照明机构2包括发光组件22和减震组件26，发光组件22位于风道的外部，并与风道组件132连接，该发光组件22与风轮11间隔设置；减震组件26位于发光组件22和风道组件132之间，和/或，位于发光组件22和风轮11之间。

本申请实施例所提供的无叶风扇灯包括风扇机构1和照明机构2，风扇机构1能够形成环形的风道空间1323，风轮11产生的气流经该风道吹出，用于实现吹风功能；照明机构2设置在风道空间1323的外部，以避免遮挡出风，照明机构2包括发光组件22和减震组件26，发光组件22用于发光以实现照明功能，减震组件26设置在风道组件132和发光组件22之间，和/或，设置在风轮11和发光组件22之间，用于将风扇机构1和发光组件22分隔开，因此当风轮11高速旋转时，减震组件26能够起到缓冲减震的作用，有效削弱了风扇机构1运行期间，高速旋转的风轮11所引起的整机抖动，降低了整机运行噪音，并且保证了吹风功能和照明功能同时启用时光线的稳定性。

在本申请的一些实施例中，如图33所示，发光组件22位于风道组件132靠近风轮11的一侧，并位于风轮11的下方。

在本实施例中，参见图33，风轮11的进风口111位于风轮11的顶部，出风口112在风轮11的侧面环向开设；风道组件132沿环向围绕风轮11设置，并与风轮11的出风口112连通，以保证风轮11产生的气流能进入风道。

可选地，本申请实施例中风轮11中叶片115的数量为奇数。将叶片115的数量设置为奇数能减少共振声音，示例性地，叶片115的数量可以为九片。

可选地，本申请实施例中的风轮11为后倾风轮11。相比于前倾风轮11，后倾风轮11的噪音更低。

由于风扇灯通常吊装在室内的天花板上，因此发光组件22通常位于整机的最下方，示例性地，发光组件22可以位于风轮11的下方，此时风道组件132也围绕在发光组件22的外周。风轮11可以在驱动件（例如电机12）的驱动下高速旋转，以产生气流。在本实施例中，发光组件22与风轮11不连接，并且二者之间具有一定距离，以避免高速旋转的风轮11对发光组件22产生影响。

如图35所示，在一些实施例中，发光组件22可以包括光源固定件221、发光元件222和灯罩223；光源固定件221的边缘部分与风道组件132连接，发光元件222安装在光源固定件221远离风轮11的一侧；灯罩223位于发光元件222远离光源固定件221的一侧，并与风道组件132连接。

光源固定件221例如可以为灯盘，灯盘背离风轮11的一侧设置有至少一个发光元件222的安装位。发光元件222安装在灯盘上对应的安装位中，发光元件222例如可以包括至少一个LED灯板，用于提供照明光线。如图33至图35所示，灯罩223位于发光元件222的下方，并连接在风道组件132上，灯罩223能起到护眼的作用，防止人眼直视发光元件222引起损伤，同时还能防止灰尘进入照明机构2的内部而导致的发光元件222故障。

在本申请的一些实施例中，如图37所示，风道组件132可以包括第一风道构件1321和第二风道构件1322，第一风道构件1321和第二风道构件1322间隔设置并围成风道；第一风道构件1321和位于第二风道构件1322远离风轮11的一侧，并且第二风道构件1322和风轮11间隔设置；光源固定件221与第二风道构件1322邻近风轮11的一端连接，灯罩223与第二风道构件1322远离风轮11的一端连接。

如图36所示，光源固定件221和风道组件132是相互独立地设置的。减震组件26包括第一减震件261，第一减震件261夹设在光源固定件221和第二风道构件1322的连接处之间。在其他实施例中，光源固定件221和第二风道构件1322为一体构件，从而在光源固定件221和第二风道构件1322之间可以不设置减震件，此时光源固定件221可以作为风道组件132的一部分。第一减震件261可以夹设在灯罩223和上述的一体构件之间，也即是，第一减震件261夹设在灯罩223和风道组件132的连接处之间。如图36所示，第一减震件261可以夹设在灯罩223和第二风道构件1322的连接处之间。示例性地，灯罩223的边缘可以向靠近风轮11的转动轴线的方向弯折，以形成沿竖直方向的折边。第二风道构件1322可以设置有周向延伸的凸筋，该凸筋可以与灯罩223的折边相抵，第一减震件261夹持在灯罩223的折边和第二风道构件1322的凸筋之间。

在一些实施例中，光源固定件221和第二风道构件1322为一体构件时，可以在该一体构件和第一风道构件1321之间设置减震件。示例性地，第一风道构件1321的内侧可以设置有凸起结构，例如为下述的导流件1331。该导流件1331的底端与该一体构件中的第二风道构件1322相抵。减振件可以设置在导流件1331与该

一体构件的连接位置处。

第一风道构件1321和第二风道构件1322间隔设置，作为相对的两风道壁，在二者之间形成适于气流流动的风道空间1323。其中，第一风道构件1321和第二风道构件1322均不与风轮11连接，并与风轮11之间具有一定间隔，以避免和高速转动的风轮11彼此影响。光源固定件221和灯罩223均连接在第二风道构件1322上进行固定。

如图38所示，在一些实施例中，第二风道构件1322上可以设置有支撑件1325和定位件1326，支撑件1325和定位件1326均连接在第二风道构件1322背离风道空间1323的一侧，并且支撑件1325比定位件1326更接近风轮11。光源固定件221包括中央部2213和翻边部2214，中央部2213用于安装发光元件222，翻边部2214与中央部2213的外周缘连接。如图39所示，中央部2213位于支撑件1325远离第二风道构件1322的一侧，并与支撑件1325连接；翻边部2214位于定位件1326远离第二风道构件1322的一侧。上述的支撑件1325设置在第二风道构件1322上，也可以称之为支撑部，定位件1326也可称之为定位部。

支撑件1325用于与光源固定件221的中央部2213配合连接，实现光源固定件221在第二风道构件1322上的安装固定。定位件1326能与光源固定件221的翻边部2214相配合，以限制光源固定件221的位置，提高光源固定件221与第二风道构件1322连接的便利性和对位准确度。

示例性地，如图38所示，光源固定件221整体呈圆形，其中中央部2213位于光源固定件221的中间位置，呈圆形；翻边部2214位于光源固定件221的边缘位置，与中央部2213的外周缘相连，呈环形。支撑件1325和定位件1326均沿第二风道构件1322的环向设置，并且定位件1326的内径略大于光源固定件221的中央部2213的直径，定位件1326的外径小于翻边部2214的外径。在向第二风道构件1322上装配光源固定件221时，只需将光源固定件221直接放入定位件1326所围成的内圆中，然后调整中央部2213相对于支撑件1325的位置即可，此时光源固定件221的翻边部2214搭接在定位部远离第二风道构件1322的表面上。

可选地，如图38所示，中央部2213和支撑件1325之间通过紧固件连接。例如，中央部2213和支撑件1325上各自开设有螺孔，螺钉穿过这两个螺孔以将光源固定件221和第二风道构件1322连接在一起。

在本申请的一些实施例中，灯罩223可以通过卡接的方式可拆卸地固定在第二风道构件1322上。如图40所示，第二风道构件1322上还设置有第一卡合件1327，第一卡合件1327连接在第二风道构件1322远离风道的一侧；灯罩223上设置有第二卡合件2231，第二卡合件2231与第一卡合件1327卡扣连接。

在本申请的一些实施例中，减震组件26可以仅设置在风道组件132和照明机构2的连接处之间，也可以设置在风道组件132和照明机构2之间的任意可能接触的位置之间。

如图36所示，减震组件26可以包括第一减震件261，第一减震件261夹设在光源固定件221和风道组件132的连接处之间，和/或，夹设在灯罩223和风道组件132的连接处之间。

如图39所示，第一减震件261包括第一减震部分和第二减震部分2612中的至少一个，该第一减震件261可用于夹持在光源固定件221和第二风道构件1322之间。其中第一减震部分夹设在光源固定件221的中央部2213和第二风道构件1322上的定位件1326之间，第二减震部分2612夹设在光源固定件221的翻边部2214和定位件1326之间。

如前所述，风轮11在工作时因高速旋转极易引起整机的高频振动，通过设置第一减震件261能够减少整机抖动，防止共振。可选地，第一减震件261（第一减震部分和第二减震部分2612中的至少之一）可以选择用橡胶圈、硅胶圈等软性减震件，并与相接触的结构紧密配合。在这种情况下，软性减震件也能起到密封作用，能够有效防止灰尘从风道的出口被吹进照明机构2的内部。

在本申请的一些实施例中，如上所述的，如图41所示，风扇机构1还包括外转子电机12，外转子电机12位于风轮11的内部，并且包括内定子组件122和转子组件123；外转子电机12的内定子组件122与光源固定件221连接，外转子电机12的转子组件123套设在内定子组件122的外侧，并与风轮11连接，以驱动风轮11旋转；减震组件26包括第二减震件262，第二减震件262夹设在内定子组件122和光源固定件221之间。

在外转子电机12启动后，内定子组件122保持不动，转子组件123以内定子组件122为轴进行旋转。风轮11与转子组件123直接相连，从而在转子组件123的带动下同步旋转而产生气流。在本实施例中，如图41所示，内定子组件122的两端沿轴向伸出于转子组件123。

内定子组件122和光源固定件221固定连接，连接方式例如可以为螺栓、铆接、卡接等。示例性地，定子组件包括定子轴1221和定子套筒1222，定子轴1221贯穿并连接定子套筒1222，并且定子套筒1222靠近光源固定件221的一端开设有第一装配孔，光源固定件221上开设有第二装配孔，第三紧固件27穿过第一装配孔和第二装配孔，以将光源固定件221紧固连接在定子组件的定子套筒1222上。其中，在光源固定件221和定子套筒1222之间还设置有第二减震件262，第二减震件262抵靠在内定子套筒1222朝向光源固定件221的端面上，用于提高定子组件和光源固定件221之间的连接稳定性，同时也起到减震防抖的作用。示例性地，第二减震件262为软性密封圈。

综上所述，本申请实施例提供的防抖无叶风扇灯中，发光组件22可以设置在风轮11的下方，风道组件

132环绕风轮11和发光组件22设置,其中,发光组件22与风道组件132中的第二风道构件1322相连,并且风道组件132和发光组件22均与风轮11间隔设置。风道组件132能够沿风轮11的环向形成风道空间1323,该风道空间1323与风轮11的出风口112连通,风轮11产生的气流经该风道吹出,用于实现吹风功能。照明机构2还包括减震组件26,用于将风扇机构1和发光组件22分隔开,其中,第一减震件261设置在发光组件22的光源固定件221和第二风道构件1322的连接处之间,和/或,灯罩223和第二风道构件1322的连接处之间,例如设置在光源固定件221和第二风道构件1322上的定位件1326之间;第二减震件262设置在光源固定件221和定子套筒1222之间。第一减震件261和第二减震件262能够起到缓冲减震的作用,有效削弱了风扇机构1运行期间,高速旋转的风轮11所引起的整机抖动,降低了整机运行噪音,并且能够保证吹风功能和照明功能同时启用时光线的稳定性,因此提高了该防抖无叶风扇灯的使用性能。

(四) 无叶风扇灯的出风结构

相关技术中,无叶风扇主要通过风轮来搅动气流,并将其送入风道,然而气流在风道内发散程度大,并且流动不够均匀,导致出风口的风量小;并且,从出风口中吹出的气流会直吹人体的皮肤表面,容易出现体感不良,并导致用户身体不适,出现感冒等症状。

本申请实施例提供了一种能够实现环形出风的风扇机构,该风扇机构为无叶风扇机构,正常使用场景下,风扇的叶片11隐藏在外壳的内部,具有更好的美观性和安全性。该风扇机构可以应用于散热装置,例如无叶电风扇、无叶风扇灯等。

如图42和图43所述,本申请实施例提供的风扇机构1包括风轮11、风道组件132和导流组件133;风轮11具有多个叶片115,多个叶片115之间呈旋涡状布置;风道组件132环绕风轮11,并沿风轮11的环向形成风道空间1323,风道空间1323与风轮11的出风口112连通;导流组件133位于风道空间1323的内部,并与风道组件132连接,导流组件133用于引导风轮11吹出的气流沿环向流动,其中,导流组件133的导流方向与多个叶片115的旋涡方向相反。

本申请实施例中,方向相反是指,在由风轮的中心(或叶片的首缘)指向叶片的尾缘的延伸方向,与导流组件3的导流方向朝向不同侧,并不应理解为指示导流方向与旋涡方向只能呈180°反向。

如图42和图43所示,上述的“旋涡状布置”是指在由风轮11的中心指向边缘的方向上(远离风轮11的转动轴线的方向上),相邻两个叶片115之间的距离逐渐增大,并且由叶片115的首缘1151指向其尾缘1152的方向与风轮11的径向相交,其中首缘1151为叶片115中靠近风轮11的转动轴线的一侧边缘,尾缘1152为叶片115中远离该转动轴线的一侧边缘。该旋涡状也可以称之为螺旋状。旋涡(或螺旋方向)可以确定为由叶片115的首缘1151指向其尾缘1152的方向,图43中例如为顺时针方向。相连两个叶片115之间间隔,以将风轮11的出风口112分隔为多个出风间隙13241,电机12转动时,气流经由该出风口112环向出风,该出风口112的出风方向与叶片115的旋涡方向一致,图43中例如出风口112顺时针出风。

导流组件133的导流方向可以确定为该导流组件133中每个导流件1331由其首缘1151指向其尾缘1152,其中导流件1331的首缘1151为导流件1331中靠近风轮11的转动轴线的一侧边缘,导流件1331的尾缘1152为导流件1331中远离该转动轴线的一侧边缘。图43中导流组件133的导流方向逆时针方向。

在本申请实施例提供的风扇机构中,风道组件132在风轮11的环向上围成风道空间1323,该风道空间1323与风轮11的出风口112连通,从而风轮11转动(风轮11例如可以通过电机12来驱动,电机12在图中未示出)产生的气流从出风口112流出后,会流经风道空间1323再吹出。其中,由于风道空间1323内设置有导流组件133,导流组件133的导流方向与叶片115的旋涡方向(螺旋方向)相反,并且能引导风道空间1323内的气流沿环向流动,因此从风道空间1323内吹出的气流是环形气流,对人体表面皮肤的吹拂效果更加柔和。因此,本申请实施例提供的风扇机构1在使用时,相比于相关技术中气流直吹的风扇,为用户带来了更好的体感舒适度,保障了用户的身体健康。

在本申请实施例中,如图42和图43所示,风轮11中采用的叶片115可为螺旋叶片115,从而叶片115的尾缘1152相对于叶片115的首缘1151扭转。在一些实施例中,叶片115的首缘1151的顶部与风轮11的转动轴线之间的距离,大于该首缘1151的底部与风轮11的转动轴线之间的距离;叶片115的尾缘1152的顶部与风轮11的转动轴线之间的距离,小于首缘1151的底部与风轮11的转动轴线之间的距离。在一些实施例中,叶片115的螺旋方向可与叶片115的旋涡方向相同。

多个叶片115采用旋涡状布置,并且导流组件133的导流方向需要与叶片115的旋涡方向相反。例如,风轮11的叶片115的旋涡方向是右旋,对应顺时针方向,相应地,导流组件133的导流方向是逆时针方向。又例如,风轮11的叶片115的旋涡方向是左旋,对应逆时针方向,相应地,导流组件133的导流方向是顺时针方向。

参见图43,在一些实施例中,导流组件133可以包括多个导流件1331,每个导流件1331具有导流面13311,其中,多个导流面13311的排列方向与叶片115的旋涡方向相反,并且风轮11吹出的气流适于沿多个导流面13311的排列方向流动。

图43示出了本申请实施例提供的一种风轮11和风道组件132(仅示出了第一风道构件1321)的横截面结构。以图43所示出的风轮11为例,该风轮11的叶片115的旋涡方向为右旋,对应顺时针方向,此时多个导流件1331的导流面13311沿逆时针方向排列。当风轮11产生的气流进入风道空间1323后,会在各导流面13311的导流作用下沿逆时针方向流动,从而实现了导流组件133对风道空间1323内气流的导向作用。

需要说明的是,在本实施例中,对于叶片115右旋的风轮11,通常选择驱使该风轮11沿逆时针方向转动,也即是,风轮11的转动方向与叶片115的旋涡方向相反。相应地,在该风轮11的带动下,其所吹出的气流的流向也是逆时针的,而同样沿逆时针排列的多个导流面13311会进一步引导气流沿逆时针方向流动,并流向风道空间1323的出口,从而保证了从风道空间1323中吹出的气流是环形气流。而对于叶片115左旋的风轮11,通常选择驱使该风轮11沿顺时针方向转动,相应地,该风轮11吹出的气流的流向是顺时针的,同样沿顺时针排列的多个导流面13311会进一步引导气流沿顺时针方向流动,并流向风道空间1323的出口,从而保证了从风道空间1323中吹出的气流是环形气流。环形气流能够相对柔和地作用于人体皮肤表面,即使久吹也不容易出现身体不适,因此提高了风扇机构1的使用舒适度。

在本申请的一些实施例中,如图44所示,风道组件132包括第一风道构件1321和第二风道构件1322;第一风道构件1321和第二风道构件1322均围绕风轮11的出风口112设置,其中第一风道构件1321与风轮11的顶部相邻,第二风道构件1322与风轮11的底部相邻,风道空间1323形成与第一风道构件1321和第二风道构件1322之间;第一风道构件1321和第二风道构件1322各自远离风轮11的一端彼此靠近并且二者之间具有间隙,以形成环形开口1324,该环形开口1324可用作无叶风扇灯的吹风口,用于排出风轮11吹出的气流。

在本申请实施例中,进风口111通常位于风轮11的顶部,出风口112则位于风轮11的侧面并沿环向开设。第一风道构件1321和第二风道构件1322均环设于风轮11的侧面,其中第一风道构件1321与风轮11的顶部相邻,第二风道构件1322则与风轮11的底部相邻,从而在第一风道构件1321和第二风道构件1322之间形成环形的风道空间1323,并且风道空间1323的入口与风轮11的出风口112正对连通,以保证风轮11吹出的气流最大程度地进入到风道空间1323内。其中,风轮11的底部与顶部相对设置。

如图42和图44所示,风轮11包括顶板114和底板113,叶片115固定于顶板114和底板113之间。第一风道构件1321至少部分地盖设在顶板114远离底板113的一侧,并在顶板114的第一周向边缘1141处,向靠近第二风道构件1322的方向弯折,以形成弯折部13212,弯折部13212包括竖向弯折面132121,竖向弯折面132121至少部分地位于顶板114的外侧,其中,第一周向边缘1141为顶板114的远离风轮11的转动轴线一侧的边缘。可以理解的是,该竖向弯折面132121相比于其在风轮11的径向上邻接的两部分,竖向弯折面132121与风轮11的转动轴线之间的夹角最小,因而该竖向弯折面132121倾向于沿着高度方向(竖直方向)延伸。在一些实施例中,该竖向弯折面132121可以平行于高度方向,或者可以与高度方向呈一定角度相交。

示例性地,竖向弯折面132121的下端可以不低于顶板114的底端,以使得该竖向弯折面132121不会遮蔽风轮11的出风口112。

在一些实施例中,风道组件132与风轮11间隔设置,以使得风轮11转动时,风道组件132可以保持静止不动。导流件1331设置在第一风道构件1321和第二风道构件1322围成的风道空间1323内,导流件1331靠近风轮11的转动轴线的边缘不超过第一风道构件1321和第二风道构件1322靠近风轮11的转动轴线的边缘;叶片115设置在顶板114和底板113之间,该叶片115远离风轮11的转动轴线的边缘不超过顶板114和底板113远离风轮11的转动轴线的边缘,以避免风轮11转动时与风道组件132相干涉。

如图42和图44所示,竖向弯折面132121与顶板114的第一周向边缘1141相间隔,并且该竖向弯折面132121与第一周向边缘1141之间的径向距离,小于导流件1331与第一周向边缘1141之间的径向距离。

在由底板113指向顶板114的高度方向上,第二风道构件1322不高于底板113。如此,第二风道构件1322不会遮蔽风轮11的出风口112。也就是说,在高度方向上,风道空间1323的入口的尺寸可以大于或基本等同于风轮11的出风口112的尺寸,从而实现风道空间1323的入口与风轮11的出风口112正对连通,从出风口112流出的气流能最大程度地进入到风道空间1323内。

在一些实施例中,如图42和图44所示,第二风道构件1322与底板113的第二周向边缘1134相间隔,并且第二风道构件1322该第二周向边缘1134之间的径向距离,小于导流件1331与第二周向边缘1134之间的距离,其中该第二周向边缘1134为底板113中远离风轮11的转动轴线一侧的边缘。

可以理解的是,导流件1331可能是相对于风轮11的周向倾斜设置的,导致导流件1331上的不同位置到风轮11的转动轴线的径向距离不同,从而导流件1331上不同位置到第一周向边缘1141或第二周向边缘1134的径向距离不同。本申请实施例中,导流件1331与第一周向边缘1141之间的径向距离可以确定为导流件1331上最靠近风轮11的转动轴线的位置与第一周向边缘1141之间的径向距离,即导流件1331与顶板114的第一周向边缘1141之间的最小径向距离;导流件1331与第二周向边缘1134之间的径向距离可以确定为导流件1331上最靠近风轮11的转动轴线的位置与第一周向边缘1141之间的径向距离,即导流件1331与顶板114的第一周向边缘1141之间的最小径向距离。

在一些实施例中，如图42和43所示，顶板114的第一周向边缘1141和底板113的第二周向边缘1134在风轮11的径向上是基本齐平的。叶片115中远离该转动轴线的一侧的尾缘1152可以与顶板114的第一周向边缘1141和底板113的第二周向边缘1134分别齐平。

风轮11在运行时，从顶部的进风口111吸入空气并形成气流，气流流经叶片115后在出风口112吹出并进入风道空间1323，然后在导流组件133的作用下形成环形气流并吹出风道空间1323。

如图44所示，第一风道构件1321和第二风道构件1322越远离风轮11，则越彼此靠近，因此所形成的风道空间1323在风轮11的径向上越远离风轮11，则截面积越小，从而有助于集中风轮11吹出的气流，提高风道空间1323的出口的出风效率和送风距离。风道空间1323的出口由第一风道构件1321远离风轮11的端部和第二风道构件1322远离风轮11的端部围成。

在本申请的一些实施例中，如图45所示，导流件1331与第一风道构件1321连接，并相对于第一风道构件1321的内壁倾斜设置。其中，导流面13311为导流件1331背离第一风道构件1321的表面，从导流面13311的第一端指向第二端的方向平行于多个导流面13311的排列方向的切线方向，其中，第一端为远离第一风道构件1321的一端，第二端为与第一风道构件1321相连的一端。

参见图43和图45，每个导流件1331与第一风道构件1321的内壁倾斜地相连，因而导流件1331会有朝向第一风道构件1321的内壁的表面，以及背离第一风道构件1321的内壁的导流面13311。当从风轮11吹出的气流撞击在导流面13311上时，一方面气流会沿着导流面13311从第一端向第二端流动，第一端与第二端相对；另一方面气流会被导流件1331加压，从而降低气流向四周发散的程度，使得气流更加集中，因此导流件1331能够达到导引和聚拢风轮11吹出的发散气流的效果，进一步增大风道空间1323的出口的送风量和送风距离。

在一些实施例中，如图44所示，导流件1331与第二风道构件1322相抵。示例性地，导流件1331的顶端与第一风道构件1321相连，与顶端邻接的一个侧边也与第一风道构件1321相连，导流件1331的下端与第二风道构件1322相抵。

可选地，每个导流件1331在第一风道构件1321上的弦切角大于度且小于度。弦切角指的是在设定平面上，第一风道构件1321在接触点处的切线与导流件1331（或导流件1331在该接触点的切线）之间的夹角，其中设定平面垂直于风轮11的转动轴线，接触点为第一风道构件1321和导流件1331在该设定平面上的交点。如图46所示，导流件1331在第一风道构件1321上的弦切角可以用 θ 来表示， $15^\circ < \theta < 90^\circ$ 。示例性地，弦切角 θ 可以为 30° 、 40° 、 50° 或者 60° 。

可选地，至少一个导流件1331的导流面13311为曲面，曲面向背离第一风道构件1321的方向弯曲。

如图46所示，多个导流件1331中存在至少一个导流件1331为曲形板件，因而该导流件1331的导流面13311可以为曲面，气流适于从该曲面凸出侧流过。可选地，该导流面13311的形状为弧形。

在本申请的一些实施例中，多个导流件1331中存在至少一个导流件1331上设置有第一连接结构13315；第二风道构件1322上与第一连接结构13315对应的位置设置有第二连接结构13221，第二连接结构13221与第一连接结构13315相连或相配合。

在一个示例中，第一连接结构13315和第二连接结构13221彼此相连。第一连接结构13315和第二连接结构13221可以分别为卡钩和卡槽中的一种和另一种，在装配时，卡钩卡入到对应的卡槽中，从而将第一风道构件1321和第二风道构件1322连接在一起。

在另一个示例中，如图47所示，第一连接结构13315和第二连接结构13221相配合。第一连接结构13315为沿高度方向贯穿第一风道构件1321和导流件1331的螺孔，第二连接结构13221为开设在第二风道构件1322上的螺孔，第一风道构件1321和第二风道构件1322通过安装在第一连接结构13315和第二连接结构13221中的第四紧固件134连接在一起。第四紧固件134例如可以为螺钉。其中，设置有第一连接结构13315的导流件1331的厚度大于其他导流件1331的厚度，以保证该第一连接结构13315的强度。

图48示出的是本申请实施例中的风轮11和第一风道构件1321的配合结构的仰视图，在该图中，颜色较深（黑色）的实线线条用于表示风轮11暴露在外视野中的结构特征，颜色较浅（灰色）的实现线条用于表示隐藏在风轮11内部的叶片115。并且，在图48中，L用于示出导流件1331和叶片115之间的距离，例如为导流件1331和叶片115的外缘之间的最小距离；D用于示出风道空间1323的宽度，也即导流件1331与第一风道构件1321相连的端部与叶片115的外缘之间的最小距离。本申请实施例中，上述距离可以采用在风轮11径向上的径向距离。

在本申请实施例中，导流件1331和风轮11的叶片115之间的距离L可以根据风轮11的直径和风道出口（环形开口1324）的尺寸来确定。当导流件1331和风轮11的叶片115之间的距离L过大时，导流效果较差；当导流件1331和风轮11的叶片115之间的距离L过小时，会造成出风量下降，出风距离减小，从而影响出风效果。可选地，导流件1331和风轮11的叶片115之间的距离L为风道空间1323的宽度D的0.3倍至0.7倍。进一步地，导流件1331和风轮11的叶片115之间的距离L为风道空间1323的宽度D的0.5倍至0.6倍。示例性地，可以为0.57倍，测试表明，在该比例下风扇机构1兼具良好的导流效果和出风效果。

在本申请的一些实施例中，导流件1331的数量大于或等于风轮11的叶片115的数量。

在一定范围内，导流件1331的数量越多，叶片115中流出的气流被分得越均匀，导流效果越好。但是当导流件1331的数量过多时，容易导致风道空间1323内的气流发生堵塞，从而造成风量下降，气流流速降低，出风距离减小，影响出风效果。可选地，导流件1331的数量可以为叶片115的数量的1.1倍至3倍。进一步地，导流件1331的数量可以为叶片115的数量的1.5倍至2倍。示例性地，导流件1331和叶片115的数量比可以为5:3，测试表明，在该比例下风扇机构1兼具良好的导流效果和出风效果。

综上所述，本申请实施例提供的风扇机构1，具有由第一风道构件1321和第二风道构件1322围成的风道空间1323，该风道空间1323环绕在风轮11的出风口112的外侧；在风道空间1323内设置多个导流件1331，多个导流件1331的数量不少于风轮11的叶片115的数量，每个导流件1331倾斜地连接在第一风道构件1321的内壁上，并且与叶片115之间的距离为风道空间1323的宽度的0.3倍至0.7倍。导流件1331具有导流面13311，多个导流面13311相配合以导引风轮11所吹出的气流的流动方向，导流方向与风轮11的叶片115的旋涡方向相反，从而气流在风道空间1323内经导流面13311导引后形成流向与叶片115的旋涡方向相反的环形气流并吹出。由于环形气流对人体表面皮肤的吹拂效果更加柔和，因此本申请实施例提供的风扇机构1在使用时，相比于相关技术中气流直吹的风扇，为用户带来了更好的体感舒适度，并保障了用户的身体健康。

本申请实施例还提供了一种散热装置，该散热装置可以包括上述任一实施例所述的环形出风的风扇机构1。示例性地，该散热装置可以为无叶电风扇、无叶风扇灯等。

可选地，该散热装置还包括外壳，外壳上具有出风开口（例如为上述的吸风口1311），风扇机构1位于外壳的内部，并且风扇机构1的风道空间1323的出口与出风开口对应连通。

本申请实施例提供的散热装置由于采用了上述环形出风的风扇机构1，因此风道组件132能在风轮11的环向上围成风道空间1323，该风道空间1323与风轮11的出风口112连通，从而风轮11转动产生的气流从出风口112流出后，会流经风道空间1323再吹出；其中，由于风道空间1323内设置有导流组件133，导流组件133的导流方向与叶片115的旋涡方向相反，并且能引导风道空间1323内的气流沿环向流动，因此从风道空间1323内吹出的气流是环形气流，对人体表面皮肤的吹拂效果更加柔和。因此，本申请实施例提供的散热装置在使用时，相比于相关技术中气流直吹的风扇，为用户带来了更好的体感舒适度，保障了用户的身体健康。

上述实施例中，叶片115可以为螺旋叶片115，导流件1331可以为单个板形构件为例示出。在其他实施例中，叶片115也可以采用单个的板形构件，导流件1331可以为具有至少两个相交的平面的凸包结构。

如图49所示，本公开实施例提供了一种风扇机构1，该风扇机构可以吊顶式地安装在天花板上，因而该风扇机构1也可以称之为吊顶风扇，该风扇机构1可以应用于无叶风扇灯。如图53和图54所示，该风扇机构1包括风道组件132（该风道组件可以作为风轮的壳体）、风轮11和多个导流件1331。

如图50和图51所示，风道组件132的顶部具有进风间隙13211，底部具有环形开口1324。风轮11位于风道组件132的内部，例如位于第二风道构件1322远离第一风道构件1321的一侧所围成的空间内，因而该风道构件也可以被称之为壳体，其与上述的外壳体131配合，形成上述的风扇外壳13。其中位于外侧的第一风道构件1321可以被称之为外壳，位于内侧的第二风道壳体可以被称之为内壳。

导流件1331围绕风轮11。导流件1331具有第一导风部13312，第一导风部13312的末端与风道组件132（例如为第一风道构件1321）连接。其中，在垂直于风轮11的转动轴线的参考平面内，设第一导风部13312的首端与环形开口1324的中轴线之间的连线为第一参考线a，第一导风部13312的末端与该转动轴线之间的连线为第二参考线c，第二参考线c和第一参考线a沿风轮11的转动方向呈周向依次排布。第一导风部13312呈弧形，且第一导风部13312的凹面背向风轮11。

由于风道组件132上的环形开口1324是围绕风轮11的转动轴线开设的，该环形开口1324的中轴线可以与风轮11的转动轴线，从而上述的参考平面垂直于环形开口1324的中轴线。可以理解的是，风轮11的转动方向不限制顺时针方向或逆时针方向，实际上可以指示风轮11的周向（环向）。由此基于图52可见，第二参考线c和第一参考线a沿风轮11的周向依次排布。

其中，环形开口1324被导流件1331分隔为多个成环形排布的出风间隙13241。若导流件1331（也可称之为导风件）仅包括第一导风部13312，则第一导风部13312将环形开口1324分隔呈多个连续排布的出风口112。在导流件1331仅包括第一导风部13312的情况下，该第一导风部13312背离第一风道壳体的一侧表面可以作为上述实施例中的导流面13311。

本公开实施例提供的风扇机构（无叶风扇灯），如图52所示，第二参考线c和第一参考线a沿风轮11的转动方向排布，能够使得第一导流部的偏转方向沿风轮11的转动方向，从而使得第一导流部的偏转方向与风轮11流出的气流方向接近，能够避免气流与第一导流部产生剧烈碰撞，从而能够降低气流产生的噪声。

第一导风部13312呈弧形。一方面，与第一导风部13312呈直形相比，将第一导风部13312设置为弧形能够增大第一导风部13312的长度，从而增大气流的增压路径，从而有利于增大风压。由于第二导风部13313

的长度较长,因此增大第一导风部13312的长度能够减小第二导风部13313末端和第一导风部13312末端的压差,从而使得环形开口1324的出风更加均匀。另一方面,第一导风部13312能够将风的流向向着风轮11的径向偏转,从而使得气流流向环形开口1324后具有较大的径向分量,有利于气流吹向更远的距离。

在一些示例中,如图54所示,风轮11包括多个叶片115,多个叶片115呈环形排布且围绕风机上的进风口111(或风道组件132的进风间隙13211)。在垂直于风轮11的转动轴线的参考平面内,设叶片115的末端与风轮11的中轴线之间的连线为第三参考线m,过叶片115末端垂直于第三参考线m的直线为第四参考线n,第四参考线n和叶片115首端、末端的连线之间形成的钝角为 λ_1 ,第一导风部13312的首端与风轮11的转动轴线(中轴线)之间的连线为第五参考线p,第一导风部13312的首端垂直于第五参考线p的直线为第六参考线q,第六参考线q与第一导风部13312首端处的切线之间形成的锐角为 λ_2 ,则 $\lambda_1-90^\circ \leq \lambda_2 \leq \lambda_1-80^\circ$ 。

气流流经风轮11时,气流流经风轮11时,具有第一方向和第二方向的分速度,其中第一方向为第三参考线m的方向,第二方向为叶片115首端和末端的连线方向,因此气流的绝对速度在第一方向和第二方向之间。

设置 $\lambda_1-90^\circ \leq \lambda_2 \leq \lambda_1-80^\circ$,能够使得第一导风部13312首端的切线的方向位于第一方向和第二方向之间,从而使得气流尽可能与第一导风部13312的首端平行。这样,能够减小气流对第一导风部13312的撞击,从而降低气流产生的噪音。

在一些示例中,如图54所示,设第一导风部13312的末端与风轮11的转动轴线之间的连线为第七参考线e,过第一导风部13312的末端垂直于第七参考线e的直线为第八参考线f,第八参考线f和第一导风部13312末端的切线之间形成的锐角为 λ_3 ,则 $\lambda_2+20^\circ \leq \lambda_3 \leq \lambda_2+40^\circ$ 。

这样,能够使得第一导风部13312的末端尽可能的接近风轮11的径向,从而使得气流从第一导风部13312的末端流出时沿风轮11的径向偏转。从而使得气流更加集中,能够减少气流损失,有利于气流吹向更远的距离。风吹向的距离越远,各个出风间隙13241吹出的风更加容易在周向连续,从而提高了吊顶风扇(无叶风扇灯)环形出风均匀的效果。若 λ_3 与 λ_2 之间的差值过大,则可能会导致第一导风部13312的末端的偏转方向与第一导风部13312的首端的偏转方向相反,导致第一导风部13312偏离风轮11的径向。

在一些示例中,如图53所示,叶片115的首缘1151具有前凸结构11511,前凸结构11511位于首缘1151的顶部和底部之间,前凸结构11511沿靠近进风口111(或进风间隙13211)的方向凸出。其中,首缘1151为叶片115靠近进风口111的边缘。设首缘1151的顶部与风轮11的转动轴线之间的距离为R1,首缘1151的底部与该转动轴线之间的距离为R2,前凸结构11511与该转动轴线之间的距离为R3,则 $R1 > R3$,且 $R2 > R3$ 。第一导风部13312的首端的顶部的高度低于前凸结构11511的高度。

基于图53可见,叶片115中的首缘1151是叶片115靠近风轮11的转动轴线的边缘;尾缘1152是叶片115远离风轮11的转动轴线的边缘。

其中,由仿生学原理可知,前凸结构11511能够模仿鸟翼前缘的凸起结构来减少叶片115的首缘1151处的涡流,使得气流更加平稳,从而使得叶片115的首缘1151受到的空气阻力较小,进而减小了首缘1151处的风噪。

若第一导风部13312首端的顶部高于前凸结构11511,则会导致第一导风部13312整体的高度较高,从而导致吊顶风扇的厚度较大,导致吊顶风扇体积较大且重量较大。

在一些示例中,如图53所示,作为壳体的风道组件132包括第一风道构件1321(也可称之为外壳)和第二风道构件1322(也可称之为内壳),第一风道构件1321环套第二风道构件1322,第二风道构件1322具有进风间隙13211,第一风道构件1321的底部和第一风道构件1321的底部之间形成环形开口1324。第一导风部13312首端的顶部与第一风道构件1321连接,第一导风部13312首端的底部与第二风道构件1322连接。其中,第一导风部13312首端的底部位于风轮11的底部的下方。若第一导风部13312首端的底部位于风轮11的底部的上方,则第二风道构件1322和第一导风部13312首端的底部连接的位置也会位于风轮11的底部的上方,从而对风轮11的出风造成遮挡。

在一些示例中,如图53所示,设叶片115的尾缘1152b的高度为H1,第一导风部13312的首端的顶部与前凸结构11511的高度差为H2,则 $H2 \leq 0.2H1$,其中,其中,尾缘1152b与首缘1151a相对。由仿真模拟和试验数据可知, $0 < H2 \leq 0.2H1$ 时,第一导风部13312的导风效果最好,产生的噪音最小。若H2过大,则会导致第一导风部13312的高度过低,从而使得气流从叶片115流出后,不能尽快被第一导风部13312导流,而是容易直接与风道组件132发生碰撞,从而导致气流产生较大的噪音。

在一些示例中,第一导风部13312的首端的底部的高度高于第一导风部13312的末端的底部的高度。和/或,第一导风部13312首端的底部的高度低于风轮11在转动轴线处的高度。这样能够使得壳体中形成下行的风道,当气流经过前凸结构11511后,主要进风部分被导流至下方的第一导风部13312,然后流向环形开口1324。从而使得气流的流动方向缓慢变化,避免气流突然在环形开口1324处改变方向而产生较大的噪声。

在一些示例中,沿进风口111指向环形开口1324的方向(也即是沿高度方向从上到下),第一导风部

13312的首端与风轮11的转动轴线(或环形开口1324的中轴线)之间的距离逐渐增大或者逐渐减小。这样,能够使得气流不同时与第一导风部13312的首端的各个位置同时碰撞。例如,沿进风口111指向环形开口1324的方向,第一导风部13312的首端与环形开口1324的中轴线之间的距离逐渐增大,这样使得第一导风部13312的首端的顶部距离叶片115最近。因此,气流从叶片115流出后,先与第一导风部13312的首端的顶部碰撞,再与底部碰撞,从而降低了气流与第一导风部13312的碰撞强度,进而降低了气流产生的噪声。

在一些示例中,如图53所示,设第一导风部13312的首端的顶部与风轮11的转动轴线之间的距离为 L_1 ,第一导风部13312的首端的底部与该转动轴线之间的距离为 L_2 ,风轮11的最大半径为 R ,则 $L_2 > L_1$, $0.05L_2 - R \leq L_2 - L_1 \leq 0.2L_2 - R$ 。

风道组件132包括第一风道构件1321和第二风道构件1322,第一风道构件1321环套第二风道构件1322,第一风道构件1321具有进风口111,第一风道构件1321的底部和第二风道构件1322的底部之间形成环形开口1324,沿进风口111指向环形开口1324的方向,第一风道构件1321与环形开口1324的中轴线之间的距离逐渐增大,第一导风部13312的首端与环形开口1324的中轴线之间的距离逐渐增大。

由于沿进风口111指向环形开口1324的方向,第一风道构件1321与环形开口1324的中轴线之间的距离逐渐增大,若 $L_2 < L_1$,则会使得第一导风部13312的底部与第一风道构件1321之间的距离过大,从而使得第一导风部13312的底部的导风路径较长,进而增大了气流的增压路径。这样会导致气流到达第一导风部13312的底部的末端的风压较大,从而导致气流产生的噪声较大。

对于 $0.05L_2 - R \leq L_2 - L_1 \leq 0.2L_2 - R$,若 $L_2 - L_1$ 过大,则会导致第一导风部13312的首端的顶部与叶片115的尾缘1152的距离过近,使得气流到达第一导风部13312的首端的顶部时流速较大,从而与第一导风部13312的撞击较为强烈,导致噪音较大。若 $L_2 - L_1$ 过小,则会导致第一导风部13312的首端的底部与叶片115的尾缘1152的距离过远,从而导致气流到达第一导风部13312的首端的底部时的风速较小,从而导致吊顶风扇的送风距离较近。

在一些示例中,如图55所示,在参考平面内,设第一导风部13312的末端的切线,和,第一导风部13312的末端与风轮11的转动轴线(或环形开口1324的中轴线)的连线之间的夹角为 ε ,则 $0^\circ < \varepsilon < 20^\circ$ 。这样,能够使得第一导风部13312末端的风向与环形开口1324的径向间的夹角较小,使得第一导风部13312能够将出风方向向着吊顶风扇的径向偏转,有利于增大吊顶风扇径向的送风距离。

如图49至图52所示,吊顶风扇(无叶风扇灯)包括风道组件132、风轮11和多个导流件1331。风轮11具有进风口111,风道组件132具有进风间隙13211,并且风道组件132的底部具有环形开口1324。风轮11位于风道组件132的内部,多个导流件1331围绕风轮11,且将环形开口1324分隔为多个出风间隙13241。导流件1331具有第二导风部13313和第一导风部13312,第二导风部13313朝向风轮11,第二导风部13313的首端与第一导风部13312的首端相连,且一个导流件1331的第一导风部13312与相邻的导流件1331的第二导风部13313之间具有出风间隙13241。

其中,如图52所示,在垂直于转动轴线(环形开口1324的中轴线)的参考平面内,设第二导风部13313的首端或第一导风部13312的首端与该转动轴线(环形开口1324的中轴线)之间的连线为第一参考线a,第二导风部13313的末端与该转动轴线(环形开口1324的中轴线)之间的连线为第九参考线b,则第二参考线c位于第一参考线a和第九参考线b之间。

其中,环形开口1324的轴线,风轮11的轴线(转动轴线)和整个吊顶风扇的轴线共线。第二导风部13313的长度大于第一导风部13312的长度。

如图56所示,风扇机构1还包括电机12,电机12固定于风道组件132的下方,风轮11和电机12传动连接,风轮11与风道壳体的进风间隙13211相对,风轮11可以为离心风机或斜流风机。

当导流件1331包括第一导风部13312和第二导风部13313时,第一导风部13312可以为弧形、直形或其他形状。

本公开实施例提供的吊顶风扇,导流件1331的第二导风部13313所占据的角度为第一参考线a和第九参考线b之间的角度,导流件1331所屏蔽的部分占据的角度为第二参考线c和第九参考线b之间的角度,而由于第二参考线c位于第一参考线a和第九参考线b之间,所以,第二导风部13313占据的角度大于导流件1331所屏蔽的部分占据的角度。

这样,既实现了导流件1331具有足够长度的第二导风部13313,也使得导流件1331所屏蔽的部分的长度较短,使得吊顶风扇不仅送风距离远,且各个出风口112吹出的风在周向能够连续,吊顶风扇的环形出风更加均匀。并且,上述设计也使得第一导风部13312的长度较长,第一导风部13312也能够起到良好的导风效果。

在一些示例中,如图52所示,设第九参考线b与第二参考线c之间的夹角为 α ,则 $20^\circ < \alpha < 30^\circ$ 。

如图57所示,图中横坐标表示 α ,单位为 $^\circ$,纵坐标表示风感半径,即用户使用本公开实施例提供的吊顶风扇时能够感受到的吹风半径,单位为m。

从图57中可以看出,随着 α 的增大,风感半径也逐渐增大。由于 $0^\circ < \alpha < 20^\circ$ 时的风感半径较小,因此可以设置 $\alpha > 20^\circ$ 。当 $\alpha > 30^\circ$ 后,虽然风感半径还在增大,但会导致导流件3对环形开口12遮挡过多,使得出风间隙120过小,从而使得吊顶风扇出风不均匀。因此,在一些示例中, $20^\circ < \alpha < 30^\circ$ 。

在一些示例中,如图52所示,设导流件1331的数量为 z ,则 $130^\circ/\alpha < z < 150^\circ/\alpha$ 。也即,多个导流件1331总共屏蔽的部分占据的角度最小为 130° ,最大为 150° 。

经实验测得,若 $z < 130^\circ/\alpha$,即 $z\alpha < 130^\circ$,则多个导流件1331总共屏蔽的部分占据的角度过小,会使得各个出风间隙13241的出风面积较大,从而使得出风间隙13241难以起到增大风压和风力的效果。同时还会使得第二导风部13313和第一导风部13312的长度较短,使得气流在第二导风部13313和第一导风部13312的升压路较小,不利于增大出风间隙13241处的气压。

而若 $z > 150^\circ/\alpha$,即 $z\alpha > 150^\circ$,则多个导流件1331总共屏蔽的部分占据的较多过大,则会导致出风间隙13241过小,虽然会使得出风间隙13241处的气压较大,但由于导流件1331处不出风,因此会使得多个出风间隙13241吹出的风在周向难以连续,使得吊顶风扇的环形送风不均匀。此外,出风间隙13241过小会使得出风间隙13241处的风速过大,从而导致风噪较大。并且,若多个导流件1331总共屏蔽的部分占据的较多过大,还会使得气流与导流件1331的碰撞面积变大,从而使得气流与导流件1331的碰撞强度变大,进而导致风噪变大。

在一些示例中,如图52所示, $4 \leq z \leq 6$ 。示例性的, $z=6$ 。若导流件1331的数量 z 过少,则会导致出风间隙13241过大,从而使得出风间隙13241处的风速过小,从而不利于增大出风间隙13241的送风距离。若导流件1331的数量 z 过多,一方面,会增大气流与导流件1331的碰撞频率,倒是气流与导流件1331的碰撞强度过大,从而产生较大的噪声。另一方面,则会导致出风间隙13241过小,使得出风间隙13241处的风速过大,从而导致风噪较大。

在一些示例中,如图52所示,在参考平面内,设第一参考线a与第二参考线c之间的夹角为 γ ,且 $0^\circ < \gamma < 15^\circ$ 。

若 γ 过大,则会使得第二导风部13313和第一导风部13312之间的夹角过小,造成难以对导流件1331进行加工。并且会导致出风间隙13241过大,使得出风间隙13241处的风速和风压过小,从而不利于增大出风间隙13241的送风距离。若 γ 过小,一方面会使得出风间隙13241过小,从而导致出风间隙13241处的风速过大,进而产生较大的噪声。另一方面,会使得相邻出风间隙13241之间的间距过大,从而无法起到上述环形出风更加均匀的效果。

上述技术方案使得各个出风间隙13241吹出的风在周向能够连续起来,实现了吊顶风扇较为均匀的环形出风。除此之外,各个出风间隙13241吹出的风的均匀性,也影响了环形出风的均匀性。

下面,对如何提高各个出风间隙13241吹风的均匀性的实现方式进行示例性说明。

在一些示例中,如图52所示,在参考平面内,设第二导风部13313与第一导风部13312的连接处的夹角为 δ ,且 δ 为锐角。

如图58所示, δ 设置为锐角能够使得风轮11吹向导流件1331的风一部分沿第二导风部13313吹向出风间隙13241靠近第二导风部13313的部分,另一部分沿第一导风部13312吹向另一出风间隙13241靠近第一导风部13312的部分。这样,对于一个出风间隙13241来说,靠近第二导风部13313的部分和靠近第一导风部13312的部分均具有较大的风量,从而使得各个出风间隙13241的出风更加均匀。或者,也可以描述为,由于一个导流件1331的第一导风部13312与相邻的导流件1331的第二导风部13313之间具有出风间隙13241,因此每个出风间隙13241内的气流一部分来源于一个导流件1331的第二导风部13313,另一部分来源于另一个导流件1331的第一导风部13312。因此,出风间隙13241处吹出的风更加均匀。

如图59所示,当 δ 为钝角时,一方面,在不改变第二导风部13313和第一导风部13312的导风长度的前提下, δ 为钝角会使得导流件1331所屏蔽的部分占据的角度大于第二导风部13313占据的角度,导致导流件1331所屏蔽的部分长度较长,使得吊顶风扇的环形出风不均匀。

另一方面,也会使得风轮11的出风与第一导风部13312之间具有较大的冲击,造成较大的气流冲击损失,并且还会产生较大的风噪。由于导流件1331的第二导风部13313,与相邻导流件1331的第一导风部13312之间具有出风间隙13241,因此若 δ 过大,会使得出风间隙13241靠近第二导风部13313的气流较多、风力较强,而出风间隙13241靠近第一导风部13312的气流较少、风力较弱,从而导致出风间隙13241处的出风不均匀。

在一些示例中,如图52所示, $9^\circ < \delta < 38^\circ$ 。其中,若 δ 过小,则会使得第二导风部13313和第一导风部13312的连接处无法产生有效圆角半径,从而使得导流件1331难以加工,增加了加工吊顶风扇的复杂程度和成本。并且会使得第二导风部13313与第一导风部13312的连接处难以对气流起到导流的作用,使得气流较快的脱离第二导风部13313与第一导风部13312的连接处,从而使得气流产生较大的噪音。

在一些示例中,如图55所示,设第二导风部13313的首端的切线与第一参考线a之间的夹角为 φ ,且 $\varphi >$

145°。这样，能够使得风轮11吹出风与第二导风部13313之间的夹角减小，从而减小第二导风部13313对气流的冲击，进而减小气流损失。从而使得出风间隙13241靠近第二导风部13313处的风力与靠近第一导风部13312处的风力接近，从而使得出风间隙13241出风更加均匀。此外，还能够减小气流冲击第二导风部13313时产生的噪声。

在一些示例中，如图55和图58所示，第一导风部13312呈弧形，且第一导风部13312的凹面朝向与第一导风部13312距离最近的导流件1331的第二导风部13313。在参考平面内，沿着风轮11的转动方向，第一导风部13312的切线与环形开口1324（或风轮11）的径向之间的夹角逐渐减小。

一方面，与第一导风部13312呈直线相比，将第一导风部13312设置为弧形能够增大第一导风部13312的长度，从而增大气流的增压路径，从而有利于增大风压。由于第二导风部13313的长度较长，因此增大第一导风部13312的长度能够减小第二导风部13313末端和第一导风部13312末端的压差，从而使得出风间隙13241的出风更加均匀。同时，还能够在不减小第二导风部13313的导风长度的情况下，减小导流件1331所占的圆心角，即使得出风间隙13241占据的圆心角较大。这样，能够使得环形开口1324吹出的风具有连续性，即环形开口1324出风较为均匀。

另一方面，第一导风部13312能够将风的流向向着风轮11的径向偏转，从而使得气流流向出风间隙13241后具有较大的径向分量，有利于气流吹向更远的距离。

在一些示例中，如图55所示，设第一导风部13312的首端距风轮11的转动轴线（或环形开口1324的中轴线）的距离为 r_1 ，风轮11的最大半径为 R ，且 $r_1/R \geq 1.05$ 。从而第二导风部13313的首端具有充足的导风空间，有利于将气流导向出风间隙13241。并且，能够降低气流达到第二导风部13313的首端时的风速，从而降低气流与第二导风部13313的首端的碰撞强度，从而降低风噪。

若 r_1 过小，则会导致第二导风部13313的首端与风轮11的边缘的间隙较小，进而使得第二导风部13313的首端的导风空间较小，导致风轮11吹出的风难以经过导流件1331导流，使得气流容易产生回流。还会导致气流到达第二导风部13313的首端时的风速过大，从而使得气流与第二导风部13313的首端的碰撞强度较大，进而产生较大的风噪。

在一些示例中，如图60所示，设第二导风部13313的首端距环形开口1324的中轴线的距离为 r_1 ，风轮11的最大半径为 R ，导流件1331的数量为 z ，根据仿真模拟和试验数据可得， $(0.1+0.01z)R \leq r_1 - R \leq 0.4R$ 时，吊顶风扇产生的噪音最小。

若 $r_1 - R$ 过大，则会导致气流从风轮11到导流件1331的路径过长，路径越长气流受到的阻力越大，能量损失越多，导致气流到达环形开口1324的速度过小，从而影响出风距离。若 $r_1 - R$ 过小，则会使得风轮11与导流件1331的距离过近，使得气流到达导流件1331时流速较大，从而与导流件1331的撞击较为强烈，导致噪音较大。

从上述关系式中可以看出， $r_1 - R$ 与 z 成正相关，即导流件1331的数量越多，导流件1331与风轮11之间的距离越大。气流从风轮11流出后会与导流件1331发生碰撞，当导流件1331的数量越多时，导流件1331的排布就越密集，从而使得气流与导流件1331发生碰撞的频率就高，这样会导致气流产生的噪音较大。为了减小气流的噪音，当导流件1331的数量 z 增多时， $r_1 - R$ 也随之增大，也即，第二导风部13313的首端与风轮11之间的距离变大。这样，气流从风轮11到达第二导风部13313的首端的路径随之变长，从而使得气流受到的阻力变大，进而使得气流到达导流件1331的首端时的流速降低。气流流速降低后，一方面，气流流速越低，产生的风噪越小。另一方面，气流流速越低，气流与导流件1331碰撞时的强度会降低，从而减小气流与导流件1331碰撞所产生的噪音。这样，能够保证导流件1331的数量增多后，吊顶风扇产生的噪音较小。

从上述关系式中还可以看出， $r_1 - R$ 还与 R 成正相关，即风轮11的直径越大，导流件1331与风轮11之间的距离越大。当风轮11的直径增大后，从风轮11流出的气流的流速会变大。若此时导流件1331与风轮11之间的距离较小，则气流到达导流件1331后的流速较大，使得气流与导流件1331的碰撞较为强烈，从而产生较大的噪音。故需要降低气流到达导流件1331时的流速，由空气动力学可知，气流经过的路径的越长，受到的阻力越多，因此增大 $r_1 - R$ 能够降低气流到达导流件1331时的流速，从而降低气流与导流件1331碰撞时的强度，以此降低气流与导流件1331碰撞所产生的噪音。

在一些示例中，如图60和图61所示，设第二导风部13313的首端距风轮11的转动轴线（或环形开口1324的中轴线）的距离为 r_1 ，风轮11的半径为 R ，第二导风部13313与第一导风部13312的连接处具有过渡面13314，设所述过渡面13314的半径为 r_3 。根据仿真模拟和试验数据可得， $0.5(r_1 - R) \leq r_3 \leq 2(r_1 - R)$ 时，吊顶风扇产生的噪音最小。

若 r_3 过小，则会使得过渡面13314难以对气流起到导流的作用，使得气流较快的脱离过渡面13314，从而使得气流产生较大的噪音。若 r_3 过大，则会导致过渡面13314对气流产生较大的阻力，从而会使得气流与导流件1331的碰撞时产生较大的噪音。

从上述关系式中可以看出， r_3 与 $r_1 - R$ 成正相关。当 $r_1 - R$ 减小时，表明导流件1331与风轮11之间的距离较

近,因此气流从风轮11流出后到达导流件1331的速度较大,使得气流与导流件1331的碰撞较为强烈。若此时增大 r_3 ,则会使得过渡面13314对气流产生较大的阻力,从而进一步增大气流与导流件1331的碰撞时的噪音。故此时应减小 r_3 ,以此减小风噪。

在一些示例中,如图61所示,第二导风部13313与第一导风部13312的连接处具有过渡面13314。过渡面13314至少存在两个位置与环形开口1324的中轴线之间的距离不同。

示例性的,如图62至图64所示,沿进风口111指向环形开口1324的方向,过渡面13314与环形开口1324的中轴线之间的距离逐渐增大,或者先增大后减小,或者先减小后增大;或至少部分距离逐渐增大,或者先增大后减小,或者先减小后增大。这样,能够避免气流与过渡面13314的各个位置同时发生碰撞,从而减小了气流与过渡面13314的碰撞强度,进而降低了气流产生的噪音。

在一些示例中,如图59和图60所示,沿着风轮11的转动方向(或风轮11的周向),第二导风部13313依次包括第一子导风面133131和第二子导风面133132。第二子导风面133132呈弧形,且第二子导风面133132的凸面朝向风轮11。

一方面,第二子导风面133132能够将风的流向向着风轮11的径向偏转。从而使得气流流向出风间隙13241后具有较大的径向分量,有利于气流吹向更远的距离。且由于第一导风部13312的凹面朝向另一导流件1331的第二导风部13313,因此第一导风部13312与另一导流件1331的第二子导风面133132之间的夹角较小。这样,出风间隙13241靠近第二子导风面133132的气流与靠近第一导风部13312的气流之间的夹角较小,从而使得出风间隙13241各处的风向较为均匀,从而提高了出风间隙13241的出风的均匀性。

另一方面,第二子导风面133132向风轮11的径向偏转,能够在不减小第二导风部13313的导风长度的情况下,减小导流件1331所占的圆心角,即使得出风间隙13241占据的圆心角较大。这样,能够使得环形开口1324吹出的风具有连续性,即环形开口1324出风较为均匀。

在一些示例中,如图55所示,在参考平面内,设第二子导风面133132的末端的切线,和,第二子导风面133132的末端与环形开口1324的中轴线的连线之间的夹角为 ω ,则 $0^\circ < \omega < 20^\circ$ 。这样,能够使得第二子导风面133132末端的风向与环形开口1324的径向间的夹角较小,有利于增大吊顶风扇径向的送风距离。同时,能够使得第二子导风面133132末端的风向与第一导风部13312末端的风向接近,从而使得出风间隙13241出风更加均匀。

在一些示例中,如图55所示,第一子导风面133131与第二子导风面133132在连接处相切,从而使得气流能够从其一子导风面平稳流动至第二子导风面133132,进而减少气流损失。也能够避免气流过快的脱离第一子导风面133131,从而减小气流产生的噪音。

在一些示例中,第一子导风面133131的凹面朝向风轮11,有利于聚集气流,并将气流引导至第二子导风面133132。

在一些示例中,如图55所示,设第一子导风面133131的末端距风轮11的轴线的距离为 r_2 ,且 $1.015 < r_2/r_1 < 1.2$,有利于第一子导风面133131聚集气流,同时也有利于第一子导风面133131将气流导至第二子导风面133132。若 r_2/r_1 过小(如 $r_2/r_1 < 1$),则会导致第一子导风面133131对气流产生较大的阻力,从而造成气流损失,并导致气流冲击第一子导风面133131时产生较大的噪声。若 r_2/r_1 过大,会使得第一子导风面133131的角度变化过快,从而使得气流容易脱离第一子导风面133131,由于气流产生较大的噪声。

在一些示例中,如图55所示,在参考平面内,第一子导风面133131的末端与环形开口1324的中轴线之间的连线为第十参考线d,设第九参考线b与第十参考线d之间的夹角为 β ,且 $\beta < \alpha$ 。

若 $\beta > \alpha$,则第二子导风面133132的长度会增加,使得气流与第二子导风面133132之间的冲击较大,从而使得风轮11吹出的风所受的阻力较大,进而增大了风轮11的负荷。

在一些示例中,如图55和图56所示,道组件132包括第一风道构件1321和第二风道构件1322,第一风道构件1321环套第二风道构件1322。第一风道构件1321的顶部具有进风间隙13211,第一风道构件1321的底部和第二风道构件1322的底部之间形成环形开口1324。导流件1331与外壳的内壁连接。

在一些示例中,进风间隙13211还可以位于第一风道构件1321的侧部,或者,位于第二风道构件1322的底部。

在一些示例中,如图52和图53所示,导流件1331顶部与第一风道构件1321抵靠,和/或,导流件1331的底部与第二风道构件1322抵靠,且沿着出风方向,如图55和图56所示,导流件1331在竖直方向上的尺寸逐渐减小。因此第一风道构件1321、第二风道构件1322与导流件1331相抵的部分之间的间距也减小。由于风轮11的出风总量不变,而第一风道构件1321与第二风道构件1322之间的间距沿着气流方向逐渐减小,因此气流的气压会逐渐增大,从而能够增大风扇的送风距离。

在一些示例中,如图56所示,第一风道构件1321包括第一弧形部13213,第二风道构件1322包括第二弧形部13222。第一弧形部13213的凹面朝向第二弧形部13222的凸面,多个导流件1331位于第一弧形部13213和第二弧形部13222之间。这样,风轮11吹出的气流能够沿着弧形流动,使得气流流动较为顺畅,避免引气

流方向突然改变而带来的气流损失。

在一些示例中，如图56所示，导流件1331的顶部和底部均呈弧形，且分别与第一弧形部13213和第二弧形部13222相贴合。其中，导流件1331的顶部，和/或，导流件1331的底部与水平面之间的夹角，沿着出风方向逐渐变大。由于风轮11吹出导风风沿水平方向，而吊顶风扇的需向下吹风，因此导流件1331的底部与水平面之间的夹角，沿着出风方向逐渐变大，能够将气流逐渐向靠近竖直方向引导。

在一些示例中，如图56所示，导流件1331在竖直方向上的最大尺寸为 d_1 ，出风间隙13241的宽度为 d_2 ， $2.5 < d_1/d_2 < 7$ 。进一步的， $4 < d_1/d_2 < 6$ 。

由于第一风道构件1321的直径和第二风道构件1322的直径大于风轮11的直径，因此若 d_1/d_2 过小，仍会导致可能导致环形开口1324的通风面积（第一弧形部13213的末端和第二弧形部13222的末端之间的通风面积），大于，风轮11的边缘的通风面积，从而使得气流在风道中的流速逐渐降低，导致气流容易在风道中产生涡流，从而导致环形开口1324的送风距离较短。

若 d_1/d_2 过大，虽然会使得环形开口1324的通风面积，小于，风轮11的边缘的通风面积，但会导致环形开口1324的通风面积，对气流产生阻碍作用，使得环形开口1324处的出风量过小，从而不利于增大送风距离，并且还会产生较大的噪音。

在一些示例中，第二导风部13313与第一导风部13312的连接处具有过渡面13314，过渡面13314至少存在两个位置处的半径不同。从而使得气流不会同时与整个第二导风部13313发生碰撞，从而降低了气流与第二导风部13313的碰撞强度，进而降低了气流产生的噪声。

示例性的，沿进风口111指向环形开口1324的方向，过渡面13314的半径逐渐减小。

在一些示例中，过渡面13314为第二导风部13313与第一导风部13312之间的倒角，过渡面13314的半径指的是倒角半径。沿进风口111指向环形开口1324的方向，过渡面13314的半径逐渐增大或逐渐减小，或至少部分逐渐增大或至少部分逐渐减小。

这样，一方面，沿靠近进风口111的方向，第二导风部13313的首端距环形开口1324的中轴线的距离 r_1 会逐渐增大，从而使得气流不会同时与整个第二导风部13313发生碰撞，而是先与第二导风部13313远离环形开口1324的一端碰撞，再与第一导风部靠近环形开口1324的一端碰撞，从而降低了气流与第二导风部13313的碰撞强度，进而降低了气流产生的噪声。相应的，沿远离导流件1331的底部的方向，第一导风部13312的首端距环形开口1324的中轴线的距离会逐渐减小，从而使得气流不会同时与整个第一导风部13312发生碰撞，而是先与第一导风部13312靠近环形开口1324的一端碰撞，再与第一导风部13312远离环形开口1324的一端碰撞，从而降低了气流与第一导风部13312的碰撞强度，进而降低了气流产生的噪声。

另一方面，当导流件1331和第一风道构件1321为一体注塑成型时，如图66所示，导流件1331和第一风道构件1321成型于上模和下模之间。上模位于第一风道构件1321的外侧，下模位于第一风道构件1321的内侧。待导流件1331和第一风道构件1321成型后，需要将上模和下模拔出。

如图66所示，拔模时，需将上模沿第一方向拔出，其中，第一方向为第一风道构件1321沿轴向逐渐靠近进风间隙13211的方向。上模的内侧与导流件1331相对的位置形成凸起，且凸起位于导流件1331外表面的内侧。

如图67所示，若过渡面13314沿靠近进风间隙13211（靠近转动轴线）的方向半径 r_3 逐渐减小，则导流件1331的第二导风部13313和第一导风部13312之间的距离会沿第一方向逐渐减小。这样，拔出上模时，凸起会受到第二导风部13313和第一导风部13312的阻碍，从而无法脱模。如图68所示，过渡面13314沿靠近进风间隙13211的方向半径 r_3 逐渐增大，则导流件1331的第二导风部13313和第一导风部13312之间的距离会沿第一方向逐渐增大。这样，在脱模的过程中，凸起能够从第二导风部13313和第一导风部13312顺利拔出。

如图66所示，拔模时，需将下模沿第二方向拔出，其中，第二方向为第一风道构件1321沿轴向逐渐远离进风间隙13211的方向。下模与导流件1331相对的位置形成凹槽，且凹槽位于导流件1331内表面的外侧。

如图69所示，若过渡面13314沿靠近进风口111的方向半径 r_3 逐渐减小，则导流件1331的第二导风部13313和第一导风部13312之间的距离会沿第二方向逐渐增大。这样，拔出下模时，凹槽会受到第二导风部13313和第一导风部13312的阻碍，从而无法脱模。如图70所示，过渡面13314沿靠近进风口111的方向半径 r_3 逐渐增大，则导流件1331的第二导风部13313和第一导风部13312之间的距离会沿第二方向逐渐减小。这样，在脱模的过程中，凸起能够从第二导风部13313和第一导风部13312顺利拔出。

当然，在另一些示例中，导流件1331也可以与第二风道构件1322为一体结构。或者，导流件1331作为单独的零件与第一风道构件1321、第二风道构件1322通过连接部1132件连接。

在一些示例中，如图56所示，第二风道构件1322与导流件1331的底部连接，从而实现第二风道构件1322与第一风道构件1321的连接。由于风轮11产生的气流不从导流件1331与环形开口1324相对的位置流出，因此将连接部1132件（如螺栓和螺钉等）设置在导流件1331的底部，这样不会阻碍气流的流动。

在一些示例中，第一风道构件1321的外壁面贴有吸音棉，降低了气流流动时产生的噪音。

需要说明的是,在一些实施例中,文章里面所指的凹面凸面等指的是大致的面走向,在其他实施例中凹面中也可以为了其他效果在设置局部凸面等。

本公开实施例还提供了一种风扇灯,风扇灯包括上述吊顶风扇和照明机构2,该照明机构2也可称之为灯模组,灯模组设置于所述吊顶风扇的风道组件132的底部。

在一些示例中,如图65所示,风扇灯还包括外壳体131,外壳体131环套第一风道构件1321。外壳体131具有吸风口1311,吸风口1311与风轮11上的进风口111和风道组件132上的进风间隙13211相对。

在一些示例中,如图49和图56所示,第二风道构件1322具有容纳槽。照明机构2可以直接将灯源设置在容纳槽中,此时第二风道构件1322可以看做是灯源的底座。或者,灯模组为一个整体部件,与第二风道构件1322的底部可拆卸连接。

下面,对风轮的实现方式进行示例性说明。

在一些示例中,如图71和图72所示,风扇机构1包括风轮11和电机12。风轮11包括底板113和多个叶片115,多个叶片115固定于底板113,多个叶片115围绕进风间隙13211。电机12包括主体部126和输出轴127,输出轴127与主体部126转动连接,主体部126位于底板113的下方,输出轴127穿过底板113。在一些实施例中,该电机12可以为外转子电机12,上述的主体部126可以包括转子组件123,例如包括转子套筒1231和凸缘1232;输出轴127可以为定子轴1221。或者,该电机12可以为内转子电机12,上述的主体部126可以为外定子组件125,输出轴127可以为转子轴124。

设叶片115的首缘1151的顶部与主体部126的顶部之间的径向距离为 L_1 ,首缘1151的底部与主体部126的顶部之间的径向距离为 L_2 ,则 $L_1 > L_2$,其中,首缘1151为叶片115靠近进风间隙13211的边缘。

本公开实施例提供的技术方案,首缘1151与主体部126的顶部之间的径向距离越大,则首缘1151距离进风间隙13211越远,从而使得首缘1151的进风量越少。设置 $L_1 > L_2$,能够使得首缘1151的顶部距离进风间隙13211较远,从而减少了首缘1151的顶部的进风量。由于越靠近首缘1151的顶部风速越高,产生的噪音越大,因此减小首缘1151顶部的进风量能够降低风扇灯的噪音。

在一些示例中,如图74至图76所示叶片115的首缘1151具有前凸结构11511,前凸结构11511位于首缘1151的顶部和底部之间。

在一些示例中,如图77和图77所示,设首缘1151的顶部与环形开口1324的中轴线之间的距离为 R_1 ,首缘1151的底部与环形开口1324的中轴线之间的距离为 R_2 ,前凸结构11511与环形开口1324的中轴线之间的距离为 R_3 ,则 $R_1 > R_2 > R_3$ 。由于前凸结构11511位于首缘1151的最前侧,因此前凸结构11511与环形开口1324的中轴线之间的距离 R_3 最小,故 R_1 和 R_2 均大于 R_3 。这样,能够使得前凸结构11511尽早的改变气流方向,从而减小涡流,进而降低风噪。

首缘1151与环形开口1324的中轴线之间的距离越大,则首缘1151距离进风间隙13211越远,从而使得首缘1151的进风量越少。设置 $R_1 > R_2$,够减少了首缘1151的顶部的进风量。由于越靠近首缘1151的顶部风速越高,产生的噪音越大,因此减小首缘1151顶部的进风量能够降低风扇灯的噪音。

在一些示例中,如图77所示,设首缘1151的高度为 H_1 ,前凸结构11511距底板113的高度为 H_2 ,则 $0.5H_1 < H_2 \leq 0.8H_1$ 。经仿真模拟和试验数据得出, $0.5H_1 < H_2 \leq 0.8H_1$ 时,首缘1151的降噪效果最佳。若前凸结构11511距底板113的高度 H_2 过高,则前凸结构11511与首缘1151顶部之间的距离会过小。由空气动力学可知,气流流过的空间的横截面积越小,则气流流速越快。因此,若前凸结构11511与首缘1151顶部之间的距离会过小,则会导致前凸结构11511与首缘1151顶部之间气流流速较快,进而使得此处的风噪较大,从而不利于减小风轮11的风噪。

在一些示例中,如图71和图72所示,主体部126的顶部高于叶片115的尾缘1152的底部,其中,尾缘1152与首缘1151相对。这样,能够使得主体部126充分利用风轮11内部的空间,从而使得风轮11的高度较小,进而使得风扇灯的体积较小。

在一些示例中,如图72所示,设叶片115的尾缘1152的顶部与主体部126的顶部之间的轴向距离为 L_3 ,尾缘1152的底部与主体部126的顶部之间的轴向距离为 L_4 ,则 $L_3 > L_4$,从而使得叶片115的尾缘1152尽可能多得对气流进行导流。若 $L_4 > L_3$,则会使得尾缘1152的大部分低于主体部126的顶部,可能会导致从叶片115的首缘1151流过的流体集中在尾缘1152的顶部区域。一方面,使得尾缘1152处的气流不均匀。另一方面,可能会导致气流对尾缘1152顶部区域的撞击较为强烈,从而产生较大的噪音。

或,如图72和图73所示,风扇灯还包括多个导流件1331,多个导流件1331围绕风轮11,设叶片115的尾缘1152的顶部与导流件1331的首端的底部之间的轴向距离为 L_5 ,尾缘1152的底部与导流件1331的首端的底部之间的轴向距离为 L_6 ,则 $L_5 > L_6$ 。

本公开实施例对导流件1331的形状不做具体限定,如图50所示,导流件1331可以呈屏蔽舌的形状。或者如图74所示,导流件1331也可以呈片状。

在一些示例中,如图73所示,设叶片115的尾缘1152的顶部与主体部126的第一侧之间的轴向距离为 L_7 ,

尾缘1152的底部与主体部126的底部之间的第一侧距离为 L_8 ，则 $L_7 > L_8$ 。其中，主体部126的第一侧为主体部126远离底板113的一侧。或，风扇灯还包括多个导流件1331，多个导流件1331围绕风轮11，设导流件1331的首端的顶部与主体部126的底部之间的轴向距离为 L_9 ，导流件1331的首端的底部与主体部126的底部之间的轴向距离为 L_{10} ，则 $L_9 > L_{10}$ 。其中，当主体部126伸入风轮11的内部时，主体部126的第一侧为主体部126的顶部。当主体部126位于风轮11的下方时，主体部126的第一侧为主体部126的底部。

在一些示例中，如图77和图79所示，沿靠近底板113的方向，叶片115的尾缘1152与环形开口1324的中轴线之间的距离逐渐减小，其中，尾缘1152与首缘1151相对。这样，能够避免沿尾缘1152轴向分布的气流同时脱离尾缘1152。气流从尾缘1152脱离是叶片115产生风噪的主要原因之一，因此气流不同时从尾缘1152处脱离能够减小尾缘1152处的风噪。

在一些示例中，如图79所示，沿靠近底板113的方向，叶片115的尾缘1152与环形开口1324的中轴线之间的距离减小的速度逐渐降低。若尾缘1152靠近底部的位置与环形开口1324的中轴线之间的距离减小的速度依旧较大，则会导致叶片115的底部过短，从而使得气流加速路径过短，导致尾缘1152底部的风速过低，从而不利于增大风扇灯的送风距离。

在一些示例中，如图80所示，在同一参考截面上，每相邻两个叶片115的首缘1151与环形开口1324的中轴线之间的夹角不完全相同，其中，参考截面垂直于环形开口1324的中轴线。

相关技术中，风轮11产生较强的离散噪声的原因是多个叶片115在周向呈均匀分布，从而导致气流与任一叶片115撞击时产生的脉动频率相同，使得风轮11的脉动频率增强，进而导致风轮11的噪声较大。因此，本公开实施例中，将每相邻两个叶片115的首缘1151与中轴线的连线之间的夹角设置成不完全相同的角度，能够避免气流同时与多个叶片115的首缘1151发生碰撞，因此能够减小风轮11的风噪。

本公开实施例还提供了一种风轮11，如图75和图76所示，风轮11包括底板113和多个叶片115，多个叶片115固定于底板113。如图74和图75所示，叶片115的首缘1151具有前凸结构11511，其中，首缘1151为叶片115靠近风轮11的中轴线O的边缘。如图77所示，设首缘1151的高度为 H_1 ，前凸结构11511距底板113的高度为 H_2 ，则 $0.5H_1 < H_2 \leq 0.8H_1$ 。

在一些示例中，如图75和图76所示，风轮11还可以包括顶板114，且多个叶片115固定于顶板114和底板113之间，顶板114具有进风口111，多个叶片115围绕进风口111。顶板114的边缘和底板113的边缘之间形成出风口112，叶片115的尾缘1152将出风口112分隔为多个出风间隙13241。风轮11转动时，气流从进风口111进入风轮11内部，并在叶片115中加速，然后从出风口112流出。

本公开实施例提供的技术方案，风轮11工作时，气流进入风轮11的内部，并流向叶片115的首缘1151。首缘1151具有前凸结构11511，前凸结构11511为鸟翼前缘的凸起结构的仿生设计，鸟翼前缘的凸起结构能够改变气体流动的方向，减小气流中涡流从而减小飞行过程中的空气阻力。由仿生学原理可知，前凸结构11511能够模仿鸟翼前缘的凸起结构来减少叶片115的首缘1151处的涡流，使得气流更加平稳，从而使得叶片115的首缘1151受到的空气阻力较小，进而减小了首缘1151处的风噪。并且，在首缘1151设置前凸结构11511能够使得首缘1151的局部质量较大，从而降低了因气动引起的叶片115的振颤，从而降低了噪音。

此外，由于叶片115的首缘1151的上半部分区域更加靠近进风间隙13211，因此首缘1151的上半部分区域的风速更大。由空气动力学可知，风速越大越容易产生涡流，从而导致风噪越大。因此减小首缘1151的上半部分区域的涡流能够对风轮11起到良好的降噪效果，故设置 $H_2 > 0.5H_1$ ，能够使得前凸结构11511更加靠近首缘1151的上半部分区域，进而减小首缘1151的上半部分区域的空气阻力，从而使得首缘1151的上半部分区域的风噪较小。

经仿真模拟和试验数据得出， $0.5H_1 < H_2 \leq 0.8H_1$ 时，首缘1151的降噪效果最佳。若前凸结构11511距底板113的高度 H_2 过高，则前凸结构11511与首缘1151的顶部之间的距离会过小。由空气动力学可知，气流流过的空间的横截面积越小，则气流流速越快。因此，若前凸结构11511与首缘1151的顶部之间的距离会过小，则会导致前凸结构11511与首缘1151的顶部之间气流流速较快，进而使得此处的风噪较大，从而不利于减小风轮11的风噪。

在一些示例中，如图77所示，设前凸结构11511与风轮11的中轴线O之间的距离为 R_3 ，首缘1151的底部与中轴线O之间的距离为 R_2 ，首缘1151的顶部与中轴线O之间的距离为 R_1 ，则 $R_1 > R_2 > R_3$ 。

由于前凸结构11511位于首缘1151的最前侧，因此前凸结构11511与中轴线O之间的距离 R_3 最小，故 R_1 和 R_2 均大于 R_3 。这样，能够使得前凸结构11511尽早的改变气流方向，从而减小涡流，进而降低风噪。

首缘1151与中轴线O之间的距离越近，则首缘1151距离进风间隙13211越近，越能够尽早地对气流起到导流作用，从而使得首缘11511的进风量越大。因此设置 $R_1 > R_2$ 能够使得首缘11511的底部的进风量较大，顶部的进风量较小。在进风间隙11511的进风量相同的情况下，首缘11511的底部的进风量越大，首缘11511的顶部的进风量越小。由于首缘1151的底部的风速较低，产生的噪音也较低，因此首缘1151底部的进风量越多，叶片115产生的噪音越小。

在一些示例中,如图78和图79所示,沿靠近底板113的方向,叶片115的尾缘1152与风轮11的中轴线O的距离逐渐减小,其中,尾缘1152与首缘1151相对。这样,能够避免沿尾缘1152轴向分布的气流同时脱离尾缘1152。气流从尾缘1152脱离是叶片115产生风噪的主要原因之一,因此气流不同时从尾缘1152处脱离能够减小尾缘1152处的风噪。

在一些示例中,如图78和图79所示,设尾缘1152的底部与中轴线O之间的距离为D1,尾缘1152的顶部与中轴线O之间的距离为D2,尾缘1152的高度为H3,则 $0.05H3 \leq D2-D1 \leq 0.1H3$ 。

设 $\Delta D=D2-D1$,若 ΔD 过小,则气流容易同时脱离尾缘1152的顶部和底部,从而不利于减小尾缘1152处的风噪。由于叶片115不能超出底板113的外边缘,因此若 ΔD 过大,则会导致尾缘1152的底部过短,这样会使得气流在尾缘1152底部的路径过小,使得气流在尾缘1152底部的流速和压力远小于气流在尾缘1152顶部的流速和压力,从而导致尾缘1152处的压力分布不均匀,进而影响风轮11的稳定运行,可能会导致风轮11的噪音增大。经仿真模拟和试验数据得出, $0.05H3 \leq \Delta D \leq 0.1H3$ 时,风轮11产生的噪音最小。

在一些示例中,如图79所示,在叶片115的纵截面上,尾缘1152呈凹面。由于气流在尾缘1152的中间部分以及下半部分的风速较大,因此将尾缘1152设置呈凹面能够使得中间部分以及下半部分气流尽早脱离尾缘1152,减小了气流在尾缘1152的中间部分以及下半部分的加速路径,从而使得此处的气流的流速较小,有利于减小尾缘1152处的风噪。

在一些示例中,如图80所示,在同一参考截面上,每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮11的中轴线O的连线之间的夹角不完全相同。其中,参考截面垂直于中轴线O。

相关技术中,风轮11产生较强的离散噪声的原因是多个叶片115在周向呈均匀分布,从而导致气流与任一叶片115撞击时产生的脉动频率相同,使得风轮11的脉动频率增强,进而导致风轮11的噪声较大。因此,本公开实施例中,将每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮11的中轴线O的连线之间的夹角设置成不完全相同的角度,能够避免气流同时与多个叶片115的首缘1151发生碰撞,因此能够减小风轮11的风噪。

经过上述设计,多个叶片115呈非均匀分布,因此可能会导致风轮11的重心偏离风轮11的几何中心,使得风轮11转动时难以达到动平衡,进而导致风轮11转动时发生振动。因此,为保证叶片115能够降噪的同时还能够实现风轮11的重心与几何中心重合,本公开实施例通过正弦频率调制的等距角分布公式进行计算,以此确定各个每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮11的中轴线O的连线之间的夹角。

在一些示例中,如图80所示,风轮11包括七个叶片115。

基于公式 $\alpha_i = \alpha_i' + \Delta \alpha \sin(K \alpha_i')$,确定每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮的中轴线O的连线之间的夹角。其中,K为分组数,本申请中K可以取值为1, α_i' 为叶片115均匀布置时第i个叶片115的周向布置角(第i个叶片115和第(i+1)个叶片115与风轮的中轴线O的连线之间的夹角), α_i 为叶片115非均匀布置时第i个叶片115的周向布置角, $\Delta \alpha$ 为相位调制量。其中, $\Delta \alpha = 360^\circ \times \text{不均匀系数} / \text{叶片数}$,不均匀系数可自行定义(如0.44)。

在同一参考截面上,设每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮的中轴线O形成的夹角分别为 α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 、 α_5 、 α_6 和 α_7 ,经计算得出, $\alpha_1 \dots \alpha_7$ 分别为 57.22° 、 47.42° 、 47.42° 、 57.22° 、 52.86° 、 45° 和 52.86° 。

考虑到风轮注塑时的精度和公差,设置每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮的中轴线O形成的夹角分别 $56.5^\circ \sim 57.5^\circ$ 、 $47.0^\circ \sim 48.0^\circ$ 、 $47.0^\circ \sim 48.0^\circ$ 、 $56.5^\circ \sim 57.5^\circ$ 、 $52.5^\circ \sim 53.5^\circ$ 、 $44.5^\circ \sim 45.5^\circ$ 、 $52.5^\circ \sim 53.5^\circ$ 。这样,既能降低风轮的风噪,又能尽可能保证风轮的重心与几何中心重合。

在一些示例中,如图78所示,在叶片115的纵截面上,前凸结构11511与首缘1151的顶部之间区域呈凸面,前凸结构11511与首缘1151底部之间区域呈凹面。经仿真模拟和试验可知,将首缘1151设置成上述形状有利于减小首缘1151处的风噪。

在一些示例中,如图80所示,在叶片115的横截面上,首缘1151的端面处处呈弧形。与首缘1151的端面呈平面形相比,弧形对气流产生的阻力更小,并且对气流的切割效果和导流效果更好,从而有利于降低风轮的风噪。

在一些示例中,如图80所示,叶片115的厚度沿靠近尾缘1152的方向先增大后减小。叶片115的横截面可以呈NACA6508翼型,使得叶片115的表面不易产生边界层分离。由空气动力学可知,边界层分离是叶片产生风噪的主要原因之一。因此减少叶片115表面的边界层分离,能够降低风轮的气动噪音。

本公开实施例提供的技术方案,由于风扇灯中的风轮转动时产生的噪声较小,因此能够使得风扇灯工作时产生较小的噪音,从而为用户带来良好的使用体验。

需要说明的是,在一些实施例中,文章里面所指的凹面凸面等指的是大致的面走向,在其他实施例中凹面中也可以为了其他效果在设置局部凸面等。

本公开还提供了一种风扇灯,风扇灯包括风道组件132和风轮11,风轮11位于风道组件132的内部。

在一些示例中,如图73所示,风轮2包括底板22和多个叶片23,多个叶片23固定于底板22。如图74和图

75所示,叶片115的首缘1151具有前凸结构11511,其中,首缘1151为叶片115靠近风轮11的中轴线O的边缘。如图77所示,设首缘1151的高度为H1,前凸结构11511距底板113的高度为H2,则 $0.5H1 < H2 \leq 0.8H1$ 。

前凸结构11511为鸟翼前缘的凸起结构的仿生设计,鸟翼前缘的凸起结构能够改变气体流动的方向,减小气流中涡流从而减小飞行过程中的空气阻力。由仿生学原理可知,前凸结构11511能够模仿鸟翼前缘的凸起结构来减少叶片115的首缘1151处的涡流,使得气流更加平稳,从而使得叶片115的首缘1151受到的空气阻力较小,进而减小了首缘1151处的风噪。并且,在首缘1151设置前凸结构11511能够使得首缘1151的局部质量较大,从而降低了因气动力引起的叶片115的振颤,从而降低了噪音。

此外,由于叶片115的首缘1151的上半部分区域更加靠近进风间隙13211,因此首缘1151的上半部分区域的风速更大。由空气动力学可知,风速越大越容易产生涡流,从而导致风噪越大。因此减小首缘1151的上半部分区域的涡流能够对风轮11起到良好的降噪效果,故设置 $H2 > 0.5H1$,能够使得前凸结构11511更加靠近首缘1151的上半部分区域,进而减小首缘1151的上半部分区域的空气阻力,从而使得首缘1151的上半部分区域的风噪较小。

经仿真模拟和试验数据得出, $0.5H1 < H2 \leq 0.8H1$ 时,首缘1151的降噪效果最佳。若前凸结构11511距底板113的高度H2过高,则前凸结构11511与首缘1151的顶部之间的距离会过小。由空气动力学可知,气流流过的空间的横截面积越小,则气流流速越快。因此,若前凸结构11511与首缘1151的顶部之间的距离会过小,则会导致前凸结构11511与首缘1151的顶部之间气流流速较快,进而使得此处的风噪较大,从而不利于减小风轮11的风噪。

在一些示例中,如图77所示,设前凸结构11511与风轮11的中轴线O之间的距离为R3,首缘1151的底部与中轴线O之间的距离为R2,首缘1151的顶部与中轴线O之间的距离为R1,则 $R1 > R2 > R3$ 。

由于前凸结构11511位于首缘1151的最前侧,因此前凸结构11511与中轴线O之间的距离R3最小,故R1和R2均大于R3。这样,能够使得前凸结构11511尽早的改变气流方向,从而减小涡流,进而降低风噪。

首缘1151与中轴线O之间的距离越近,则首缘11511距离进风间隙13211越近,越能够尽早地对气流起到导流作用,从而使得首缘11511的进风量越大。因此设置 $R1 > R2$ 能够使得首缘11511的底部的进风量较大,顶部的进风量较小。在进风间隙11511的进风量相同的情况下,首缘11511的底部的进风量越大,首缘11511的顶部的进风量越小。由于首缘1151的底部的风速较低,产生的噪音也较低,因此首缘1151底部的进风量越多,叶片115产生的噪音越小。

在一些示例中,如图78和图79所示,沿靠近底板113的方向,叶片115的尾缘1152与风轮11的中轴线O的距离逐渐减小,其中,尾缘1152与首缘1151相对。这样,能够避免沿尾缘1152轴向分布的气流同时脱离尾缘1152。气流从尾缘1152脱离是叶片115产生风噪的主要原因之一,因此气流不同时从尾缘1152处脱离能够减小尾缘1152处的风噪。

在一些示例中,如图78和图79所示,设尾缘1152的底部与中轴线O之间的距离为D1,尾缘1152的顶部与中轴线O之间的距离为D2,尾缘1152的高度为H3,则 $0.05H3 \leq D2 - D1 \leq 0.1H3$ 。

设 $\Delta D = D2 - D1$,若 ΔD 过小,则气流容易同时脱离尾缘1152的顶部和底部,从而不利于减小尾缘1152处的风噪。由于叶片115不能超出底板113的外边缘,因此若 ΔD 过大,则会导致尾缘1152的底部过短,这样会使得气流在尾缘1152底部的路径过小,使得气流在尾缘1152底部的流速和压力远小于气流在尾缘1152顶部的流速和压力,从而导致尾缘1152处的压力分布不均匀,进而影响风轮11的稳定运行,可能会导致风轮11的噪音增大。经仿真模拟和试验数据得出, $0.05H3 \leq \Delta D \leq 0.1H3$ 时,风轮11产生的噪音最小。

在一些示例中,如图80所示,在同一参考截面上,每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮11的中轴线O的连线之间的夹角不完全相同。其中,参考截面垂直于中轴线O。

相关技术中,风轮11产生较强的离散噪声的原因是多个叶片115在周向呈均匀分布,从而导致气流与任一叶片115撞击时产生的脉动频率相同,使得风轮11的脉动频率增强,进而导致风轮11的噪声较大。因此,本公开实施例中将每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮11的中轴线O的连线之间的夹角设置成不完全相同的角度,能够避免气流同时与多个叶片115的首缘1151发生碰撞,因此能够减小风轮11的风噪。

经过上述设计,多个叶片115呈非均匀分布,因此可能会导致风轮11的重心偏离风轮2的几何中心,使得风轮11转动时难以达到动平衡,进而导致风轮2转动时发生振动。因此,为保证叶片115能够降噪的同时还能够实现风轮的重心与几何中心重合,本公开实施例通过正弦频率调制的不等距角分布公式进行计算,以此确定各个每相邻两个叶片115的首缘11511与风轮的中轴线O的连线之间的夹角。

在一些示例中,如图80所示,风轮包括七个叶片115。

基于公式 $\alpha_i = \alpha_i' + \Delta \alpha \sin(K \alpha_i')$,确定每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮的中轴线O的连线之间的夹角。其中,K为分组数,本申请中K可以取值为1, α_i' 为叶片115均匀布置时第i个叶片115的周向布置角(第i个叶片115和第(i+1)个叶片115与风轮的中轴线O的连线之间的夹角), α_i 为叶片115非均匀布置

时第*i*个叶片115的周向布置角， $\Delta \alpha$ 为相位调制量。其中， $\Delta \alpha = 360^\circ \times \text{不均匀系数} / \text{叶片数}$ ，不均匀系数可自行定义（如0.44）。

在同一参考截面上，设每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮的中轴线O形成的夹角分别为 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 、 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ 、 $\alpha 6$ 和 $\alpha 7$ ，经计算得出， $\alpha 1 \dots \alpha 7$ 分别为 57.22° 、 47.42° 、 47.42° 、 57.22° 、 52.86° 、 45° 和 52.86° 。

考虑到风轮注塑时的精度和公差，设置每相邻两个叶片115的首缘1151与风轮的中轴线O形成的夹角分别 $56.5^\circ \sim 57.5^\circ$ 、 $47.0^\circ \sim 48.0^\circ$ 、 $47.0^\circ \sim 48.0^\circ$ 、 $56.5^\circ \sim 57.5^\circ$ 、 $52.5^\circ \sim 53.5^\circ$ 、 $44.5^\circ \sim 45.5^\circ$ 、 $52.5^\circ \sim 53.5^\circ$ 。这样，既能降低风轮的风噪，又能尽可能保证风轮的重心与几何中心重合。

在本申请中，应该理解到，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。

本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的本申请后，将容易想到本申请的其它实施方案。本申请旨在涵盖本申请的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本申请的一般性原理并包括本申请未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的。

应当理解的是，本申请并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本申请的范围仅由所附的权利要求来限制。

权 利 要 求 书

1.一种无叶风扇灯,其特征在于,所述无叶风扇灯包括风扇机构(1),所述风扇机构(1)包括风轮(11)和电机(12);

所述风轮(11)的顶部开设有进风口(111),所述风轮(11)的侧面开设有出风口(112),并且所述出风口(112)沿所述风轮(11)的环向设置;

所述电机(12)与所述风轮(11)相连,以驱动所述风轮(11)转动。

2.根据权利要求1所述的无叶风扇灯,其特征在于,

所述风扇机构(1)还包括风扇外壳(13),所述风轮(11)和所述电机(12)位于所述风扇外壳(13)内,所述风轮(11)与所述风扇外壳(13)间隔设置,所述电机(12)具有空心轴(121);

所述无叶风扇灯还包括照明机构(2),所述照明机构(2)包括控制组件(21)、发光组件(22)和导电件(23),所述导电件(23)从所述空心轴(121)的内部穿过,并电连接所述控制组件(21)和所述发光组件(22)。

3.根据权利要求2所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述电机(12)的空心轴(121)为定子轴(1221)或转子轴(124)。

4.根据权利要求3所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述电机(12)为外转子电机(12),所述空心轴(121)为定子轴(1221);

所述外转子电机(12)包括转子组件(123),所述转子组件(123)围绕在所述定子轴(1221)的外侧,并与所述风轮(11)连接,以驱动所述风轮(11)转动。

5.根据权利要求4所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风轮(11)包括底板(113),所述底板(113)与所述进风口(111)相对,所述转子组件(123)与所述底板(113)相连;

所述转子组件(123)部分地位于所述风轮(11)的高度空间内;或者,所述转子组件(123)位于所述底板(113)靠近所述发光组件(22)的一侧,所述定子轴(1221)伸入至所述高度空间内,

其中,高度方向平行于所述风轮(11)的转动轴线。

6.根据权利要求5所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述转子组件(123)位于所述高度空间内时,所述转子组件(123)位于所述高度空间内的部分的高度尺寸,大于所述转子组件(123)位于所述高度空间之外的部分的高度尺寸。

7.根据权利要求5所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述底板(113)包括轮毂部(1131);所述转子组件(123)包括转子套筒(1231)和凸缘(1232),所述凸缘(1232)与所述转子套筒(1231)相连,并沿所述转子套筒(1231)的周向设置;

所述轮毂部(1131)具有安装轴孔(11311),所述凸缘(1232)的至少一部分与所述轮毂部(1131)朝向所述发光组件(22)的一侧相连或相抵,所述转子套筒(1231)的一部分从所述安装轴孔(11311)穿过并位于所述风轮(11)的内部;或者,

所述凸缘(1232)的至少一部分与所述轮毂部(1131)背离所述发光组件(22)的一侧相连或相抵,所述转子套筒(1231)整体位于所述风轮(11)的内部。

8.根据权利要求7所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述底板(113)还包括多条环形加强筋(116),所述多条环形加强筋(116)与所述轮毂部(1131)相连,并环设于所述安装轴孔(11311),所述多条环形加强筋(116)与所述安装轴孔(11311)同心设置,相邻两条所述环形加强筋(116)之间通过加强肋(117)相连。

9.根据权利要求4所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述无叶风扇灯包括悬吊机构(3);

所述悬吊机构(3)与所述定子轴(1221)连接,所述悬吊机构(3)的内部与所述定子轴(1221)的内部连通。

10.根据权利要求9所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述悬吊机构(3)位于所述进风口(111)的上方;

所述悬吊机构(3)在所述风轮(11)径向上的尺寸小于所述进风口(111)的直径;和/或,所述悬吊机构(3)的底部穿过所述进风口(111)容纳在所述风轮(11)的高度空间内。

11.根据权利要求9所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述控制组件(21)安装在所述悬吊机构(3)的内部,并且所述控制组件(21)和所述发光组件(22)分别位于所述电机(12)的相对两侧。

12.根据权利要求9所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述定子轴(1221)靠近所述悬吊机构(3)的一端具有外螺纹(12211),所述悬吊机构(3)具有内螺纹(312);

所述定子轴(1221)和所述悬吊机构(3)通过所述外螺纹(12211)和所述内螺纹(312)配合连接。

13.根据权利要求4-12任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述发光组件(22)包括光源固定件(221)和发光元件(222);

所述光源固定件(221)与所述定子轴(1221)连接,并与所述转子组件(123)间隔设置,其中,所述光源固定件(221)的中间位置开设有贯穿开口(2211),所述定子轴(1221)位于所述贯穿开口(2211)内;

所述发光元件(222)安装在所述光源固定件(221)背离所述风轮(11)的一侧。

14.根据权利要求13所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述所述无叶风扇灯还包括固定组件(25),所述固定组件(25)与所述定子轴(1221)和所述光源固定件(221)中的至少一个连接;

所述固定组件(25)上开设有第一开口(25111);

所述定子轴(1221)贯穿所述第一开口(25111),或者,从所述定子轴(1221)内部穿出的所述导电件(23)穿过所述第一开口(25111)。

15.根据权利要求14所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述固定组件(25)包括至少一个连接件(251)和至少一个第一紧固件(252);

每个所述连接件(251)分别具有一个所述第一开口(25111),并通过所述第一开口(25111)套在所述定子轴(1221)外;

每个所述第一紧固件(252)与所述定子轴(1221)配合连接,以将所述至少一个连接件(251)固定在所述定子轴(1221)上,其中,

所述第一紧固件(252)位于其中一个所述连接件(251)远离所述转子组件(123)的一侧,并与所述连接件(251)抵接;或者,

其中一个所述连接件(251)、所述光源固定件(221)和所述第一紧固件(252)沿远离所述转子组件(123)的方向依次设置,所述第一紧固件(252)与所述光源固定件(221)抵接。

16.根据权利要求15所述的无叶风扇灯,其特征在于,至少一个所述连接件(251)位于所述光源固定件(221)和所述风轮(11)之间;和/或,

至少一个所述连接件(251)位于所述光源固定件(221)远离所述风轮(11)的一侧。

17.根据权利要求15或16所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述固定组件(25)包括两个所述连接件(251);

两个所述连接件(251)与所述光源固定件(221)相邻,并且分别抵接在所述光源固定件(221)的相对两侧,所述光源固定件(221)与所述两个所述连接件(251)分别相连。

18.根据权利要求15所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述电机(12)还包括定子套筒(1222),所述定子轴(1221)贯穿并连接所述定子套筒(1222),所述转子组件(123)围绕在所述定子套筒(1222)的外侧;

所述定子轴(1221)靠近所述光源固定件(221)的一端具有外螺纹(12211);

至少一个所述第一紧固件(252)为螺母,所述螺母与所述定子轴(1221)螺纹配合,而将所述连接件(251)和所述光源固定件(221)中的至少一个紧固在所述定子套筒(1222)和所述螺母之间。

19.根据权利要求3所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述电机(12)为内转子电机(12),所述空心轴(121)为转子轴(124),所述转子轴(124)与所述风轮(11)连接;

所述内转子电机(12)包括外定子组件(125),所述外定子组件(125)围绕在所述转子轴(124)的外侧,并和所述风轮(11)之间具有间隙。

20.根据权利要求1所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风轮(11)包括底板(113)和第一加强结构(118),所述底板(113)上开设有第一通孔(11312),所述第一加强结构(118)与所述底板(113)连接,并围绕所述第一通孔(11312)的至少一部分;

所述电机(12)包括转子组件(123),所述转子组件(123)上开设有第二通孔(12341);

其中,所述风轮(11)和所述转子组件(123)通过穿过所述第一通孔(11312)和所述第二通孔(12341)的第二紧固件(14)紧固连接,所述转子组件(123)在所述底板(113)上的安装区域位于所述第一加强结构(118)在所述底板(113)上围成的区域内。

21.根据权利要求20所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第一加强结构(118)的至少一部分位于所述底板(113)和所述转子组件(123)之间,并与所述转子组件(123)相抵。

22.根据权利要求20所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述底板(113)与所述进风口(111)相对;

所述底板(113)上开设有安装轴孔(11311),所述安装轴孔(11311)与所述第一通孔(11312)间隔设置,所述转子组件(123)与所述底板(113)远离所述进风口(111)的一侧相连,并且所述转子组件(123)的一部分贯穿所述安装轴孔(11311),以位于所述风轮(11)的内部。

23.根据权利要求22所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第一加强结构(118)包括第一加强部(1181)和第二加强部(1182);

所述第一加强部(1181)与所述安装轴孔(11311)的边缘连接;

所述第二加强部(1182)位于所述第一通孔(11312)远离所述安装轴孔(11311)的一侧,并环绕所述安装轴孔(11311)设置,所述第二加强部(1182)的圆心位于所述安装轴孔(11311)的轴线上;

所述第二加强部(1182)与所述转子组件(123)位于所述安装轴孔(11311)之外的部分相抵。

24.根据权利要求23所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述转子组件包括转子铁芯(1233)和转子法兰(1234),所述转子铁芯(1233)和所述转子法兰(1234)固定连接,所述第二通孔(12341)开设在所述转子法兰

(1234)上;

所述转子铁芯(1233)位于所述安装轴孔(11311)内,所述第一加强部(1181)围绕所述转子铁芯(1233);

所述转子法兰(1234)位于所述第一加强部(1181)远离所述底板(113)的一侧,并且所述转子法兰(1234)的周向边缘位于所述第二加强部(1182)靠近所述第一加强部(1181)的一侧。

25.根据权利要求23或24所述的无叶风扇灯,其特征在于,在高度方向上,所述第一加强部(1181)的尺寸小于所述第二加强部(1182)的尺寸;

和/或,

从所述第一加强部(1181)指向所述第二加强部(1182),所述第一加强结构(118)在所述高度方向上的尺寸渐增;

其中,所述高度方向平行于所述安装轴孔(11311)的轴线。

26.根据权利要求20-25任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第一加强结构(118)为加强筋或加强板中的任意一种。

27.根据权利要求22-26任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述底板(113)包括轮毂部(1131)和连接部(1132),所述轮毂部(1131)和所述连接部(1132)自所述底板(113)的中心向边缘依次布置;

所述轮毂部(1131)用于安装所述电机(12),所述安装轴孔(11311)和所述第一加强结构(118)位于所述轮毂部(1131)上;

所述连接部(1132)用于连接所述风轮(11)的叶片(115);

其中,所述轮毂部(1131)的高度高于所述连接部(1132)的高度,高度方向平行于所述风轮(11)的转动轴线。

28.根据权利要求27所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述底板(113)还包括过渡部(1133),所述过渡部(1133)连接在所述轮毂部(1131)和所述连接部(1132)之间;

所述无叶风扇灯还包括第二加强结构(119),所述第二加强结构(119)设置在所述过渡部(1133)上,并与所述第一加强结构(118)相连。

29.根据权利要求28所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第二加强结构(119)和所述第一加强结构(118)分别位于所述底板(113)背离所述进风口(111)的一侧;和/或,

所述第二加强结构(119)位于所述第一加强结构(118)在所述底板(113)上围成的区域之外。

30.根据权利要求20及所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述底板(113)与所述进风口(111)相对;

所述转子组件(123)位于所述底板(113)远离所述进风口(111)的一侧,并与所述底板(113)相连;或者,所述转子组件(123)与所述底板(113)朝向所述进风口(111)的一侧相连,并且所述转子组件(123)位于所述风轮(11)内。

31.根据权利要求24所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风扇组件还包括转动减震件(15),所述转动减震件(15)夹设在所述风轮(11)的第一加强结构(118)和所述电机(12)的转子组件(123)之间。

32.根据权利要求31所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述转动减震件(15)设置在所述第一加强结构(118)和所述转子法兰(1234)之间,并位于所述第一通孔(11312)和所述第二通孔(12341)之间,所述第二紧固件(14)穿过所述转动减震件(15);

所述第一加强结构(118)还包括多个弧形的第三加强部(1183),多个所述第三加强部(1183)的延伸方向位于所述安装轴孔(11311)的一个同心圆上,并且所述同心圆经过所述第一通孔(11312);

所述转动减震件(15)与所述第三加强部(1183)远离所述底板(113)的一侧相抵,并且所述转动减震件(15)的周向边缘位于所述第二加强部(1182)靠近所述第一加强部(1181)的一侧以及所述转子法兰(1234)的周向边缘之间。

33.根据权利要求1所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风扇机构(1)还包括风道组件(132),所述风道组件(132)环绕所述风轮(11)设置,并用于围成风道空间(1323),所述风道空间(1323)与所述风轮(11)的所述出口(112)连通;

所述无叶风扇灯还包括照明机构(2),所述照明机构(2)包括发光组件(22)和减震组件(26),所述发光组件(22)位于所述风道空间(1323)的外部,并与所述风道组件(132)连接,所述发光组件(22)与所述风轮(11)间隔设置;所述减震组件(26)位于所述发光组件(22)和所述风道组件(132)之间,和/或,位于所述发光组件(22)和所述风轮(11)之间。

34.根据权利要求33所述的防抖无叶风扇灯,其特征在于,所述发光组件(22)位于所述风道组件(132)靠近所述风轮(11)的一侧,并位于所述风轮(11)的下方。

35.根据权利要求34所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述发光组件(22)包括光源固定件(221)、发光元件(222)和灯罩(223);

所述光源固定件(221)的边缘部分与所述风道组件(132)连接;

所述发光元件(222)安装在所述光源固定件(221)远离所述风轮(11)的一侧;

所述灯罩(223)位于所述发光元件(222)远离所述光源固定件(221)的一侧,并与所述风道组件(132)连接。

36.根据权利要求35所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述减震组件(26)包括第一减震件(261),所述第一减震件(261)夹设在所述灯罩(223)和所述风道组件(132)的连接处之间。

37.根据权利要求35或36所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风道组件(132)包括第一风道构件(1321)和第二风道构件(1322),所述第一风道构件(1321)和所述第二风道构件(1322)间隔设置并围成所述风道;

所述第一风道构件(1321)位于所述第二风道构件(1322)远离所述风轮(11)的一侧,并且所述第二风道构件(1322)和所述风轮(11)间隔设置;

所述光源固定件(221)与所述第二风道构件(1322)邻近所述风轮(11)的一端连接,所述灯罩(223)与所述第二风道构件(1322)远离所述风轮(11)的一端连接。

38.根据权利要求37所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第一减震件(261)还夹设在所述光源固定件(221)和所述第二风道构件(1322)的连接处之间;或者,

所述光源固定件(221)和所述第二风道构件(1322)为一体构件。

39.根据权利要求35所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述电机(12)为外转子电机(12),所述外转子电机(12)位于所述风轮(11)的内部,并且包括内定子组件(122)和转子组件(123);

所述内定子组件(122)与所述光源固定件(221)连接;

所述转子组件(123)套设在所述内定子组件(122)的外侧,并与所述风轮(11)连接,以驱动所述风轮(11)旋转;

所述减震组件(26)包括第二减震件(262),所述第二减震件(262)夹设在所述内定子组件(122)和所述光源固定件(221)之间。

40.根据权利要求1所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风扇机构(1)还包括风道组件(132)和导流组件(133);

所述风轮(11)具有多个叶片(115),所述多个叶片(115)呈旋涡状布置;

所述风道组件(132)环绕所述风轮(11),并沿所述风轮(11)的环向形成风道空间(1323),所述风道空间(1323)的入口与所述风轮(11)的出风口(112)正对连通;

所述导流组件(133)位于所述风道空间(1323)的内部,并与风道组件(132)连接,所述导流组件(133)用于引导所述风轮(11)吹出的气流沿环向流动,其中,所述导流组件(133)的导流方向与所述多个叶片(115)的旋涡方向相反。

41.根据权利要求40所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述导流组件(133)包括多个导流件(1331),每个所述导流件(1331)具有导流面(13311);

多个所述导流面(13311)的排列方向与所述多个叶片(115)的旋涡方向相反,所述风轮(11)吹出的气流适于沿多个所述导流面(13311)的排列方向流动。

42.根据权利要求40所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风道组件(132)包括第一风道构件(1321)和第二风道构件(1322);

所述第一风道构件(1321)和所述第二风道构件(1322)均围绕所述风轮(11)的出风口(112)设置,其中所述第一风道构件(1321)与所述风轮(11)的顶部相邻,所述第二风道构件(1322)与所述风轮(11)的底部相邻,所述风道空间(1323)形成于所述第一风道构件(1321)和所述第二风道构件(1322)之间;

所述第一风道构件(1321)和所述第二风道构件(1322)各自远离风轮(11)的一端彼此靠近且二者之间具有间隙,以形成环形开口(1324),所述环形开口(1324)用于排出所述风轮(11)吹出的气流。

43.根据权利要求42所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风轮(11)包括顶板(114)和底板(113),所述叶片(115)固定于所述顶板(114)和所述底板(113)之间;

所述第一风道构件(1321)至少部分地盖设在所述顶板(114)远离所述底板(113)的一侧,并在所述顶板(114)的第一周向边缘(1141)处,向靠近所述第二风道构件(1322)的方向弯折,以形成弯折部(13212),所述弯折部(13212)包括竖向弯折面(132121),所述竖向弯折面(132121)至少部分地位于所述顶板(114)的外侧,其中,所述第一周向边缘(1141)为所述顶板(114)的远离所述风轮(11)的转动轴线一侧的边缘。

44.根据权利要求43所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述竖向弯折面(132121)与所述第一周向边缘(1141)相间隔,并且所述竖向弯折面(132121)与所述第一周向边缘(1141)之间的径向距离,小于所述导流件(1331)与所述第一周向边缘(1141)之间的径向距离。

45.根据权利要求43所述的无叶风扇灯,其特征在于,在由所述底板(113)指向所述顶板(114)的高度方向上,所述第二风道构件(1322)不高于所述底板(113)。

46.根据权利要求45所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第二风道构件(1322)与所述底板(113)的第二周向边缘(1134)相间隔,并且所述第二风道构件(1322)与所述第二周向边缘(1134)之间的径向距离,小于所

述导流件(1331)与所述第二周向边缘(1134)之间的距离,其中所述第二周向边缘(1134)为所述底板(113)中远离所述风轮(11)的转动轴线一侧的边缘。

47.根据权利要求42所述的无叶风扇灯,其特征在于,越远离所述风轮(11),所述第一风道构件(1321)和所述第二风道构件(1322)越彼此靠近,以使得所述风道空间(1323)在所述风轮(11)的径向上越远离所述风轮(11),截面积越小。

48.根据权利要求42-47任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述导流件(1331)与所述第一风道构件(1321)连接,并相对于所述第一风道构件(1321)的内壁倾斜设置;

所述导流面(13311)为所述导流件(1331)背离所述第一风道构件(1321)的表面,从所述导流面(13311)的第一端指向第二端的方向平行于所述多个导流面(13311)的排列方向的切线方向,其中,所述第一端为远离所述第一风道构件(1321)的一端,所述第二端为与所述第一风道构件(1321)相连的一端。

49.根据权利要求42所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述导流件(1331)与所述第二风道构件(1322)相抵。

50.根据权利要求48所述的无叶风扇灯,其特征在于,每个所述导流件(1331)在所述第一风道构件(1321)上的弦切角大于15度且小于90度。

51.根据权利要求48所述的无叶风扇灯,其特征在于,至少一个所述导流件(1331)的导流面(13311)为曲面,所述曲面向背离所述第一风道构件(1321)的方向弯曲。

52.根据权利要求41-51任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述导流件(1331)和所述风轮(11)的叶片(115)之间的距离为所述风道空间(1323)的宽度的0.3倍至0.7倍。

53.根据权利要求41-51任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述导流件(1331)的数量大于或等于所述风轮(11)的叶片(115)的数量。

54.根据权利要求40-53任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述导流件(1331)具有第一导风部(13312),所述第一导风部(13312)的末端与所述风道组件(132)连接,所述风道组件(132)的底部形成环形开口(1324);

其中,在垂直于所述环形开口(1324)的中轴线的参考平面内,设所述第一导风部(13312)的首端与所述环形开口(1324)的中轴线之间的连线为第一参考线,所述第一导风部(13312)的末端与所述环形开口(1324)的中轴线之间的连线为第二参考线,所述第二参考线和所述第一参考线沿所述风轮(11)的周向依次排布,所述第一导风部(13312)呈弧形,且所述第一导风部(13312)的凹面背向所述风轮(11)。

55.根据权利要求54所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述多个叶片(115)呈环形排布且围绕所述进风口(111);

在垂直于所述环形开口(1324)的中轴线的参考平面内,设所述叶片(115)的末端与所述风轮(11)的转动轴线之间的连线为第三参考线,过所述叶片(115)的末端垂直于所述第三参考线的直线为第四参考线,所述第四参考线和所述叶片(115)首端、末端的连线之间形成的钝角为 $\lambda 1$,所述第一导风部(13312)的首端与所述风轮(11)的转动轴线之间的连线为第五参考线,在所述第一导风部(13312)的首端垂直于所述第五参考线的直线为第六参考线,所述第六参考线与所述第一导风部(13312)首端处的切线之间形成的锐角为 $\lambda 2$,则 $\lambda 1-90^{\circ} \leq \lambda 2 \leq \lambda 1-80^{\circ}$ 。

56.根据权利要求55所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述第一导风部(13312)的末端与所述风轮(11)的转动轴线之间的连线为第七参考线,过所述第一导风部(13312)的末端垂直于第七参考线的直线为第八参考线,所述第八参考线和第一导风部(13312)末端的切线之间形成的锐角为 $\lambda 3$,则 $\lambda 2+20^{\circ} \leq \lambda 3 \leq \lambda 2+40^{\circ}$ 。

57.根据权利要求54所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述多个叶片(115)呈环形排布且围绕所述进风口(111);

所述叶片(115)的首缘(1151)具有前凸结构(11511),所述前凸结构(11511)位于所述首缘(1151)的顶部和底部之间,所述前凸结构(11511)沿靠近所述进风口(111)的方向凸出,其中,所述首缘(1151)为所述叶片(115)靠近所述进风口(111)的边缘;

所述第一导风部(13312)的首端的顶部的高度低于所述前凸结构(11511)的高度。

58.根据权利要求57所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述叶片(115)的尾缘(1152)的高度为 $H1$,所述第一导风部(13312)的首端的顶部与所述前凸结构(11511)的高度差为 $H2$,则 $0 < H2 \leq 0.2H1$,其中,所述尾缘(1152)与所述首缘(1151)相对。

59.根据权利要求54所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第一导风部(13312)的首端的底部的高度高于所述第一导风部(13312)的末端的底部的高度;和/或,

所述第一导风部(13312)首端的底部的高度低于所述风轮(11)在所述转动轴线处的高度。

60.根据权利要求54所述的无叶风扇灯,其特征在于,沿所述进风口(111)指向所述风道组件(132)的环

形开口(1324)的方向,所述第一导风部(13312)的首端与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离逐渐增大或者逐渐减小。

61.根据权利要求60所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述第一导风部(13312)的首端的顶部与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离为 L_1 ,所述第一导风部(13312)的首端的底部与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离为 L_2 ,所述风轮(11)的最大半径为 R ,则 $L_2 > L_1$, $0.05 \leq L_2 - L_1 \leq 0.2$ 。

62.根据权利要求60所述的无叶风扇灯,其特征在于,在所述参考平面内,设所述第一导风部(13312)的末端的切线,和,所述第一导风部(13312)的末端与所述环形开口(1324)的中轴线的连线之间的夹角为 ε ,则 $0^\circ < \varepsilon < 20^\circ$ 。

63.根据权利要求60所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述导流件(1331)还包括第二导风部(13313),所述第一导风部(13313)的首端与所述第一导风部(13312)的首端连接,所述第二导风部(13313)朝向所述风轮(11);

其中,在垂直于所述环形开口(1324)的中轴线的参考平面内,设所述第二导风部(13313)的末端与所述环形开口(1324)的中轴线之间的连线为第九参考线,则所述第二参考线位于所述第一参考线和所述第九参考线之间。

64.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述第九参考线与所述第二参考线之间的夹角为 α ,则 $20^\circ < \alpha < 30^\circ$ 。

65.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,在所述参考平面内,设所述第一参考线与所述第二参考线之间的夹角为 γ ,则 $0^\circ < \gamma < 15^\circ$ 。

66.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,在所述参考平面内,设所述第一导风部(13312)与所述第二导风部(13313)在连接处的夹角为 δ ,则 δ 为锐角。

67.根据权利要求66所述的无叶风扇灯,其特征在于, $9^\circ < \delta < 38^\circ$ 。

68.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述第二导风部(13313)的首端的切线与所述第一参考线之间的夹角为 ϕ ,则 $\phi > 145^\circ$ 。

69.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,在所述参考平面内,设所述第一导风部(13312)的首端距所述环形开口(1324)的中轴线的距离为 r_1 ,所述风轮(11)的最大半径为 R ,所述导流件(1331)的数量为 z ,则 $R \leq r_1 - R \leq 0.4R$ 。

70.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第二导风部(13313)与所述第一导风部(13312)的连接处具有过渡面(13314);

在所述参考平面内,设所述第二导风部(13313)的首端距所述环形开口(1324)的中轴线的距离为 r_1 ,所述风轮(11)的最大半径为 R ,设所述过渡面(13314)的半径为 r_3 ,则 $0.5 \leq r_3 \leq 2$ 。

71.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第二导风部(13313)与所述第一导风部(13312)的连接处具有过渡面(13314);

所述过渡面(13314)至少存在两个位置与环形开口(1324)的中轴线之间的距离不同。

72.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,沿所述进风口(111)指向所述风道组件(132)的环形开口(1324)的方向,所述过渡面(13314)与环形开口(1324)的中轴线之间的距离逐渐增大,或逐渐减小,或者先增大后减小,或者先减小后增大。

73.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,沿着所述风轮(11)的环向,所述第二导风部(13313)依次包括第一子导风面(133132)(133131)和第二子导风面;

所述第二子导风面呈弧形,且所述第二子导风面的凸面朝向所述风轮(11)。

74.根据权利要求73所述无叶风扇灯,其特征在于,在所述参考平面内,设所述第二子导风面的末端的切线,和,所述第二子导风面的末端与所述环形开口(1324)的中轴线的连线之间的夹角为 ω ,则 $0^\circ < \omega < 20^\circ$ 。

75.根据权利要求63所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述第二导风部(13313)与所述第一导风部(13312)的连接处具有过渡面(13314);

所述过渡面(13314)至少存在两个位置处的半径不同。

76.根据权利要求75所述的无叶风扇灯,其特征在于,沿所述进风口(111)指向所述风道组件(132)的环形开口(1324)的方向,所述过渡面(13314)的半径逐渐减小。

77.根据权利要求40-76任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风扇机构(1)还包括电机(12),所述电机(12)与所述风轮(11)相连,以驱动所述风轮(11)转动,所述多个叶片(115)围绕所述电机(12);

所述叶片(115)的首缘(1151)的顶部与所述风轮(11)的转动轴线之间的距离,大于所述首缘(1151)的底部与所述风轮(11)的转动轴线之间的距离;和/或,

所述叶片(115)的尾缘(1152)的顶部与所述风轮(11)的转动轴线之间的距离,小于所述首缘(1151)的底部

与所述风轮(11)的转动轴线之间的距离,

其中,所述首缘(1151)为所述叶片(115)中靠近所述转动轴线的一侧边缘,所述尾缘(1152)为所述叶片(115)中远离所述转动轴线的一侧边缘。

78.根据权利要求40-77任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风道组件(132)的底部具有环形开口(1324);所述风扇机构(1)还包括电机(12),所述风轮(11)包括底板(113),所述多个叶片(115)固定于所述底板(113),所述多个叶片(115)围绕所述进风口(111);

所述电机(12)包括主体部(126)和输出轴(127),所述输出轴(127)与所述主体部(126)转动连接,所述主体部(126)位于所述底板(113)的下方,所述输出轴(127)穿过所述底板(113);

所述主体部(126)的顶部高于所述叶片(115)的首缘(1151)的底部,设所述的首缘(1151)的顶部与所述主体部(126)的顶部之间的径向距离为 L_1 ,所述首缘(1151)的底部与所述主体部(126)的顶部之间的径向距离为 L_2 ,则 $L_1 > L_2$,其中,所述首缘(1151)为所述叶片(115)靠近所述第一进风口(111)的边缘。

79.根据权利要求78所述的风扇灯,其特征在于,所述叶片(115)的首缘(1151)具有前凸结构(11511),所述前凸结构(11511)位于所述首缘(1151)的顶部和底部之间。

80.根据权利要求79所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述叶片(115)的首缘(1151)具有前凸结构(11511),所述前凸结构(11511)位于所述首缘(1151)的顶部和底部之间;

设所述首缘(1151)的顶部与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离为 R_1 ,所述首缘(1151)的底部与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离为 R_2 ,所述前凸结构(11511)与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离为 R_3 ,则 $R_1 > R_2 > R_3$ 。

81.根据权利要求79所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述首缘(1151)的高度为 H_1 ,所述前凸结构(11511)距所述底板(113)的高度为 H_2 ,则 $0.5H_1 < H_2 \leq 0.8H_1$ 。

82.根据权利要求78所述的风扇灯,其特征在于,所述主体部(126)的顶部高于所述叶片(115)的尾缘(1152)的底部,其中,所述尾缘(1152)与所述首缘(1151)相对。

83.根据权利要求82所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述叶片(115)的尾缘(1152)的顶部与所述主体部(126)的顶部之间的轴向距离为 L_3 ,所述尾缘(1152)的底部与所述主体部(126)的顶部之间的轴向距离为 L_4 ,则 $L_3 > L_4$;或,

所述风扇灯还包括多个导流件(1331),多个所述导流件(1331)围绕所述风轮(11),设所述叶片(115)的尾缘(1152)的顶部与所述导流件(1331)的首端的底部之间的轴向距离为 L_5 ,所述尾缘(1152)的底部与所述导流件(1331)的首端的底部之间的轴向距离为 L_6 ,则 $L_5 > L_6$ 。

84.根据权利要求82所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述叶片(115)的尾缘(1152)的顶部与所述主体部(126)的第一侧之间的轴向距离为 L_7 ,所述尾缘(1152)的底部与所述主体部(126)的第一侧之间的轴向距离为 L_8 ,则 $L_7 > L_8$,其中,所述主体部(126)的第一侧为所述主体部(126)远离所述底板(113)的一侧;或,

所述风扇灯还包括多个导流件(1331),多个所述导流件(1331)围绕所述风轮(11),设所述导流件(1331)的首端的顶部与所述主体部(126)的第一侧之间的轴向距离为 L_9 ,所述导流件(1331)的首端的第一侧与所述主体部(126)的底部之间的轴向距离为 L_{10} ,则 $L_9 > L_{10}$ 。

85.根据权利要求78所述的无叶风扇灯,其特征在于,沿靠近所述底板(113)的方向,所述叶片(115)的尾缘(1152)与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离逐渐减小,其中,所述尾缘(1152)与所述首缘(1151)相对。

86.根据权利要求85所述的无叶风扇灯,其特征在于,沿靠近所述底板(113)的方向,所述叶片(115)的尾缘(1152)与所述环形开口(1324)的中轴线之间的距离减小的速度逐渐降低。

87.根据权利要求78所述的无叶风扇灯,其特征在于,在同一参考截面上,每相邻两个所述叶片(115)的首缘(1151)与所述环形开口(1324)的中轴线之间的夹角不完全相同,其中,所述参考截面垂直于所述环形开口(1324)的中轴线。

88.根据权利要求78-87任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,沿靠近所述底板(113)的方向,所述叶片(115)的尾缘(1152)与所述风轮(11)的转动轴线的距离逐渐减小,其中,所述尾缘(1152)与所述首缘(1151)相对。

89.根据权利要求88所述的无叶风扇灯,其特征在于,设所述尾缘(1152)的底部与所述中轴线之间的距离为 D_1 ,所述尾缘(1152)的顶部与所述转动轴线之间的距离为 D_2 ,所述尾缘(1152)的高度为 H_3 ,则 $0.05H_3 \leq D_2 - D_1 \leq 0.1H_3$ 。

90.根据权利要求78-87任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,在所述叶片(115)的纵截面上,所述叶片(115)的尾缘(1152)呈凹面。

91.根据权利要求78-87任一项所述的无叶风扇灯,其特征在于,所述风轮(11)包括七个所述叶片(115);在所述同一参考截面上,每相邻两个所述叶片(115)的首缘(1151)与所述风轮(11)的转动轴线的连线之

间的夹角分别为 $56.5^{\circ} \sim 57.5^{\circ}$ 、 $47.0^{\circ} \sim 48.0^{\circ}$ 、 $47.0^{\circ} \sim 48.0^{\circ}$ 、 $56.5^{\circ} \sim 57.5^{\circ}$ 、 $52.5^{\circ} \sim 53.5^{\circ}$ 、 $44.5^{\circ} \sim 45.5^{\circ}$ 、 $52.5^{\circ} \sim 53.5^{\circ}$ 。

92.根据权利要求78-91任一项任一项所述的无叶风扇灯，其特征在于，在所述叶片(115)的纵截面上，所述前凸结构(11511)与所述首缘(1151)的顶部之间区域呈凸面，所述前凸结构(11511)与所述首缘(1151)的底部之间区域呈凹面。

93.根据权利要求78-92任一项任一项所述的无叶风扇灯，其特征在于，所述叶片(115)的厚度沿远离所述首缘(1151)的方向先增大后减小。