



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109882425 B

(45)授权公告日 2020.06.02

(21)申请号 201910198690.9

F04D 29/051(2006.01)

(22)申请日 2019.03.15

F04D 29/66(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F04D 29/08(2006.01)

申请公布号 CN 109882425 A

F16H 57/029(2012.01)

F16J 15/447(2006.01)

(43)申请公布日 2019.06.14

(56)对比文件

(73)专利权人 湖南泛航智能装备有限公司

CN 104019051 A, 2014.09.03, 全文.

地址 412002 湖南省株洲市芦淞区董家墩

US 9461520 B2, 2016.10.04, 全文.

高科园创业四路17号株洲瀚洋实业有
限公司2栋厂房、3栋厂房

US 6309174 B1, 2001.10.30, 全文.

CN 106151063 A, 2016.11.23, 全文.

(72)发明人 张勇

审查员 司艳雷

(74)专利代理机构 长沙智嵘专利代理事务所

(普通合伙) 43211

代理人 刘宏

(51)Int.Cl.

F04D 17/08(2006.01)

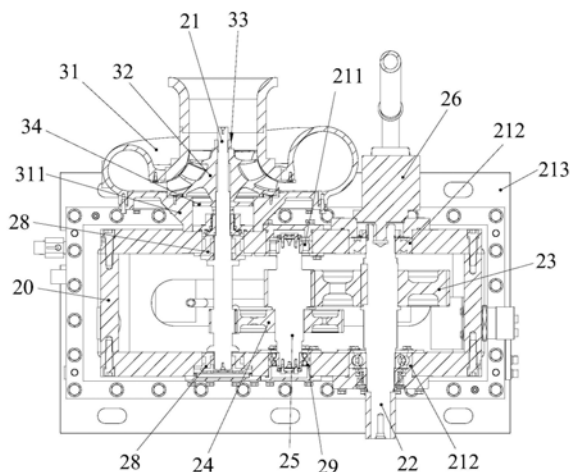
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

轴向力平衡与密封结构及高功率密度离心
风机

(57)摘要

本发明公开了一种轴向力平衡与密封结构及高功率密度离心风机。本发明的轴向力平衡与密封结构,通过将轴向力平衡盘与密封结构一体化设计,简化了系统结构,同时减小了附加在输出轴上的质量,对高速转动的输出轴的动力学特性产生的影响较小。另外,设计了三层密封结构,确保了密封的可靠性。轴向力平衡盘的两侧设计了压力腔,由两个压力腔之间的压力差产生的轴向力可以抵消一部分叶轮高速转动产生的轴向力,轴向力平衡盘两侧的空腔中充满了压力气体,可以很好地吸收输出轴的轴向振动能量,起到提高输出轴稳定性的作用。密封结构处的间隙中也会存在较薄的气体薄膜,可以抑制输出轴的径向振动,确保输出轴具有良好的动力学特性,高速转动更加稳定。



1. 一种轴向力平衡与密封结构,适用于高功率密度离心风机,高功率密度离心风机包括输出轴(21)、蜗壳(31)、叶轮(32)、滑动轴承推力盘(39)、滑动轴承(28)和高速齿轮箱(2),蜗壳(31)安装在高速齿轮箱(2)的外箱体(213)上,输出轴(21)通过滑动轴承(28)安装在高速齿轮箱(2)的内箱体(20)上,叶轮(32)安装在输出轴(21)上且位于蜗壳(31)内,滑动轴承推力盘(39)安装在输出轴(21)上且靠近滑动轴承(28),其特征在于,

所述轴向力平衡与密封结构包括用于起到轴向密封作用的轴向力平衡盘(34)、用于起到轴向密封作用和径向密封作用的第一密封件(36)以及用于起到轴向密封作用的第二密封件(35),所述轴向力平衡盘(34)安装在输出轴(21)上且叶轮(32)的下端抵靠在轴向力平衡盘(34)上,所述第一密封件(36)安装在高速齿轮箱(2)的内箱体(20)上且套设在滑动轴承推力盘(39)的外围,所述第二密封件(35)安装在蜗壳(31)的蜗壳转接段(311)上,所述第二密封件(35)与叶轮(32)之间、所述轴向力平衡盘(34)与蜗壳(31)的蜗壳转接段(311)之间、所述第一密封件(36)和滑动轴承推力盘(39)之间均采用非接触式篦齿迷宫密封结构,且所述第二密封件(35)与叶轮(32)之间、所述轴向力平衡盘(34)与蜗壳(31)的蜗壳转接段(311)之间、所述第一密封件(36)和滑动轴承推力盘(39)之间均留有间隙。

2. 如权利要求1的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述第一密封件(36)靠近叶轮(32)的一端为轴向密封端,第一密封件(36)远离叶轮(32)的一端为径向密封端,所述第一密封件(36)的轴向密封端与滑动轴承推力盘(39)之间的间隙为 $0.18\text{mm}\sim 0.22\text{mm}$,所述第一密封件(36)的径向密封端与滑动轴承推力盘(39)之间的间隙为 $0.37\text{mm}\sim 0.42\text{mm}$ 。

3. 如权利要求1的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述第二密封件(35)与叶轮(32)之间的间隙为 $0.22\text{mm}\sim 0.28\text{mm}$ 。

4. 如权利要求1的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述轴向力平衡盘(34)靠近蜗壳转接段(311)的端面上开设有环形密封槽,所述轴向力平衡盘(34)与蜗壳转接段(311)之间的间隙为 $0.18\text{mm}\sim 0.23\text{mm}$ 。

5. 如权利要求2的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述轴向力平衡盘(34)与蜗壳转接段(311)之间的间隙处设置有第一润滑层(341),所述第一密封件(36)的轴向密封端与滑动轴承推力盘(39)之间的间隙处设置有第二润滑层(343),所述第一密封件(36)的径向密封端与滑动轴承推力盘(39)之间的间隙处设置有第三润滑层(342)。

6. 如权利要求5的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述第一润滑层(341)、第二润滑层(343)和第三润滑层(342)由软质固体润滑剂喷涂而成。

7. 如权利要求6的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述软质固体润滑剂为二硫化钼。

8. 如权利要求1的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述轴向力平衡盘(34)采用锻铝加工而成。

9. 如权利要求1的轴向力平衡与密封结构,其特征在于,

所述高速齿轮箱(2)采用斜齿进行扭矩传递。

10. 一种高功率密度离心风机,其特征在于,

所述高功率密度离心风机包括如权利要求1~9任一项所述的轴向力平衡与密封结构。

轴向力平衡与密封结构及高功率密度离心风机

技术领域

[0001] 本发明涉及离心风机技术领域,特别地,涉及一种轴向力平衡与密封结构,另外,还涉及一种采用上述的轴向力平衡与密封结构的高功率密度离心风机。

背景技术

[0002] 随着离心风机设备向高速、高功率密度方向发展,对于离心叶轮的密封和轴向力的平衡装置提出了更高的要求。离心叶轮产生的轴向力较小则直接由轴承承受,但对于大功率的高速离心风机设备,离心叶轮的轴向力较大,可能超出轴承的承受范围,故一般是在轴上加轴向力平衡盘,减小轴向力后,再由轴承承受剩余轴向力。但是,现有的轴向力平衡装置会导致转子结构复杂,此外,现有的轴向力平衡盘装置的左右需要有气路提供压力气体,以便在平衡盘两侧形成压力差,因此还需在平衡盘的左右两侧设计专门的气路结构,导致离心风机的结构更加复杂。另外,还需要设计密封装置来对离心叶轮进行密封,进一步加大了离心风机的结构复杂度。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种轴向力平衡与密封结构及采用该轴向力平衡与密封结构的高功率密度离心风机,以解决现有的高功率离心风机的轴向力平衡装置和密封装置结构复杂的技术问题。

[0004] 根据本发明的一个方面,提供一种轴向力平衡与密封结构,适用于高功率密度离心风机,高功率密度离心风机包括输出轴、蜗壳、叶轮、滑动轴承推力盘、滑动轴承和高速齿轮箱,蜗壳安装在高速齿轮箱的外箱体上,输出轴通过滑动轴承安装在高速齿轮箱的内箱体上,叶轮安装在输出轴上且位于蜗壳内,滑动轴承推力盘安装在输出轴上,

[0005] 所述轴向力平衡与密封结构包括用于起到轴向密封作用的轴向力平衡盘、用于起到轴向密封作用和径向密封作用的第一密封件以及用于起到轴向密封作用的第二密封件,所述轴向力平衡盘安装在输出轴上且叶轮的下端抵靠在轴向力平衡盘上,所述第一密封件安装在高速齿轮箱的内箱体上且套设在滑动轴承推力盘的外围,所述第二密封件安装在蜗壳的蜗壳转接段上,所述第二密封件与叶轮之间、所述轴向力平衡盘与蜗壳的蜗壳转接段之间、所述第一密封件和滑动轴承推力盘之间均采用非接触式篦齿迷宫密封结构,且所述第二密封件与叶轮之间、所述轴向力平衡盘与蜗壳的蜗壳转接段之间、所述第一密封件和滑动轴承推力盘之间均留有间隙。

[0006] 进一步地,所述第一密封件靠近叶轮的一端为轴向密封端,第一密封件远离叶轮的一端为径向密封端,所述第一密封件的轴向密封端与滑动轴承推力盘之间的间隙为 $0.18\text{mm}\sim 0.22\text{mm}$,所述第一密封件的径向密封端与滑动轴承推力盘之间的间隙为 $0.37\text{mm}\sim 0.42\text{mm}$ 。

[0007] 进一步地,所述第二密封件与叶轮之间的间隙为 $0.22\text{mm}\sim 0.28\text{mm}$ 。

[0008] 进一步地,所述轴向力平衡盘靠近蜗壳转接段的端面上开设有环形密封槽,所述

轴向力平衡盘与蜗壳转接段之间的间隙为0.18mm~0.23mm。

[0009] 进一步地,所述轴向力平衡盘与蜗壳转接段之间的间隙处设置有第一润滑层,所述第一密封件的轴向密封端与滑动轴承推力盘之间的间隙处设置有第二润滑层,所述第一密封件的径向密封端与滑动轴承推力盘之间的间隙处设置有第三润滑层。

[0010] 进一步地,所述第一润滑层、第二润滑层和第三润滑层由软质固体润滑剂喷涂而成。

[0011] 进一步地,所述软质固体润滑剂为二硫化钼。

[0012] 进一步地,所述轴向力平衡盘采用锻铝加工而成。

[0013] 进一步地,所述高速齿轮箱采用斜齿进行扭矩传递。

[0014] 本发明还提供一种高功率密度离心风机,所述高功率密度离心风机包括如上所述的轴向力平衡与密封结构。

[0015] 本发明具有以下有益效果:

[0016] 本发明的轴向力平衡与密封结构,通过将轴向力平衡盘与密封结构一体化设计,将轴向力平衡与密封结构集成在一起,简化了系统结构,同时减小了附加在输出轴上的质量,对高速转动的输出轴动力学特性产生的影响较小。另外,设计了三层密封结构,确保了密封的可靠性。并且,轴向力平衡盘的两侧设计了压力腔,由两个压力腔之间的压力差产生的轴向力可以抵消一部分叶轮高速转动产生的轴向力,轴向力平衡盘两侧的空腔中充满了压力气体,可以作为输出轴的轴向附加阻尼器,可以很好地吸收输出轴的轴向振动能量,起到提高输出轴稳定性的作用。并且,密封结构处的间隙中也会存在较薄的气体薄膜,同样可以起到径向阻尼器的作用,可以抑制输出轴的径向振动,确保输出轴具有良好的动力学特性,高速转动更加稳定,即使叶轮的转速达到40000r/min以上,整个转子系统仍然能够保持高度稳定的运行状态。

[0017] 另外,本发明的高密度功率离心风机同样具有上述优点。

[0018] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照图,对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

[0019] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0020] 图1是本发明优选实施例的高功率密度离心风机的结构示意图。

[0021] 图2是本发明优选实施例的高功率密度离心风机在另一角度下的结构示意图。

[0022] 图3是本发明优选实施例的图1中的高速齿轮箱的剖面结构示意图。

[0023] 图4是本发明优选实施例的图3中的轴向力平衡与密封结构的示意图。

[0024] 图5是本发明另一实施例的离心风机控制系统的模块结构示意图。

[0025] 图例说明:

[0026] 1、底座;2、高速齿轮箱;3、蜗壳叶轮组件;4、柜体;5、油液散热器;6、放空阀;7、消声组件;8、油气分离组件;9、三相异步电机;10、出气管道;11、油液过滤器;20、内箱体;21、输出轴;22、输入轴;23、输入大齿轮;24、中间齿轮;25、中间齿轮轴;26、齿轮泵;27、进油管;28、滑动轴承;29、调心轴承;210、油箱;211、圆柱滚子轴承;212、深沟球轴承;213、外箱体;

31、蜗壳;32、叶轮;33、叶轮锁紧螺母;34、轴向力平衡盘;35、第二密封件;36、第一密封件;37、第一空腔;38、第二空腔;39、滑动轴承推力盘;341、第一润滑层;342、第三润滑层;343、第二润滑层;41、进风口。

具体实施方式

[0027] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由下述所限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0028] 如图1和图2所示,本发明的优选实施例提供一种高功率密度离心风机,所述高功率密度离心风机包括底座1、高速齿轮箱2、蜗壳叶轮组件3、柜体4、油液散热器5、放空阀6、消声组件7、油气分离组件8、三相异步电机9、出气管道10和油液过滤器11,所述柜体4安装在底座1上,所述底座1起到支撑作用,所述柜体4起到安全防护作用,所述高速齿轮箱2、蜗壳叶轮组件3、油液散热器5、放空阀6、三相异步电机9、出气管道10和油液过滤器11均安装在柜体4内部,所述消声组件7和油气分离组件8部分位于柜体4内部。其中,所述柜体4包括两个安装区域,所述三相异步电机9位于一个安装区域内,高速齿轮箱2、蜗壳叶轮组件3、柜体4、油液散热器5、放空阀6、消声组件7、油气分离组件8、三相异步电机9、出气管道10和油液过滤器11位于另外一个安装区域中,便于对各个组件进行安装和维护。所述高速齿轮箱2安装在柜体4的底面上,所述蜗壳叶轮组件3安装在高速齿轮箱2上,所述三相异步电机9的动力输出齿轮轴与高速齿轮箱2连接,高速齿轮箱2将三相异步电机9的转动扭矩传输至蜗壳叶轮组件3的叶轮,蜗壳叶轮组件3与出气管道10连接,蜗壳叶轮组件3的叶轮在三相异步电机9的带动下高速转动从而输出高压气体并通过出气管道10输出至外界。所述三相异步电机9采用三相永磁同步电机,可以减小电机运行时的功率损耗,提高电机的运行效率。可以理解,所述蜗壳叶轮组件3中的蜗壳和叶轮的流道设计均采用三元流设计理论,使离心风机的运行效率大大提高,降低了离心风机长期运行的使用成本,节能降耗效果明显。可以理解,所述底座1上设置有多支撑脚,以稳固支撑在地面上,或者所述底座1的底部设置有可定位的滚轮,便于移动。

[0029] 所述高速齿轮箱2中集成了传动系统和润滑系统,润滑系统的油箱210作为传动系统的支撑结构,极大地缩减了离心风机的结构尺寸,同时极大地提高了离心风机的功率密度。所述油箱210中的润滑油通过管路流通至传动系统,以对传动系统中的齿轮和轴承进行润滑,润滑后的回油先流到油箱210,再通至油液过滤器11进行过滤处理,然后再通过油液散热器5进行热交换,降低了润滑油的温度,冷却后的润滑油再重新进入传动系统中,从而实现了润滑油的循环利用。如图2所示,所述柜体4在靠近油液散热器5的侧壁上开设有进风口41,气流通过柜体4上的进风口41进入柜体4内部,并与油液散热器5进行热交换,以对润滑后的回油进行冷却,随后气流进入蜗壳叶轮组件3的蜗壳的导流盆,经离心叶轮加速后从出气管道10排出,该流道设计既保证了充足的气量控制,同时利用吸入的气体对回油进行冷却,实现了节能降耗。还可以理解,作为优选的,所述进风口41处设置有过滤组件(图未示),所述过滤组件用于对进入柜体4内部的气体进行过滤处理,出去气体中的颗粒杂质,确保了气体的清洁度。

[0030] 所述放空阀6与出气管道10连通,所述消声组件7安装在放空阀6的上方,所述消声组件7用于降低放空阀6工作时的气动噪声,极大地减少了噪音污染。所述消声组件7采用

中、高频复合式消音器,降噪效果更佳。作为优选的,所述柜体4上整体包覆有消音棉,防止离心风机工作时产生的噪音外泄,进一步降低了噪音污染。

[0031] 所述油气分离组件8通过管路与润滑系统的油箱210连通,由于油箱210内的润滑油具有一定的温度,润滑油会产生蒸发,夹杂有油气的气体通过油气分离组件8后,气体从油气分离组件8上的排气孔排出,分离后的润滑油经管路回流至油箱210内,管路与油箱210的连接位置位于油箱210内部液面以上。并且,油箱210通过油气分离组件8与外界进行气体流通,降低了油箱210内部的气压,当从油箱210中泵出润滑油对传动系统的轴承和齿轮进行润滑时,可以实现在轴承和齿轮处进行高压喷洒润滑油,不仅降低了泵的工作功率,节能降耗,而且润滑效果更佳。

[0032] 如图1和图3所示,所述高速齿轮箱2还包括内箱体20、外箱体213、输出齿轮轴21、输入轴22、输入大齿轮23、中间齿轮24、中间齿轮轴25、齿轮泵26、进油管27、滑动轴承28、调心轴承29、圆柱滚子轴承211和深沟球轴承212,所述内箱体20位于外箱体213内部,所述输入大齿轮23、中间齿轮24、中间齿轮轴25、滑动轴承28、调心轴承29、圆柱滚子轴承211、深沟球轴承212均位于内箱体20中,所述输出齿轮轴21和输入轴22均安装在内箱体20上且伸出外箱体213,所述齿轮泵26安装在外箱体213上且伸入内箱体20中,所述进油管27一端与油液过滤器11连通,一端伸至滑动轴承28、调心轴承29、圆柱滚子轴承211、深沟球轴承212、输入大齿轮23和中间齿轮轴25的传动接触面以及中间齿轮24和输出齿轮轴21的传动接触面位置处,从而对上述位置进行高压喷洒润滑油,润滑后的回油直接通入至油箱210中,所述外箱体213起到密封和保护作用,所述内箱体20内部作为润滑腔,主要起到密封作用。可以理解,所述进油管27的一端与内箱体20的进油口连接并通过内箱体20的内部管路延伸至滑动轴承28、调心轴承29、圆柱滚子轴承211、深沟球轴承212、输入大齿轮23和中间齿轮轴25的传动接触面以及中间齿轮24和输出齿轮轴21的传动接触面,以对上述位置进行润滑。所述齿轮泵26不仅用于向传动系统泵入高压润滑油,还用于将润滑后的回油从油箱210中泵出,所述齿轮泵26的进油口与油箱210连通,所述齿轮泵26的出油口与油液过滤器11连通,油箱210中的润滑油经过齿轮泵26高压泵出后先经过油液过滤器11过滤处理,再通至油液散热器5进行热交换,以对润滑油进行冷却,冷却后的润滑油再经进油管27通至传动系统进行润滑。所述输入轴22、输入大齿轮23、中间齿轮24、中间齿轮轴25、齿轮泵26、滑动轴承28、调心轴承29、圆柱滚子轴承211和深沟球轴承212构成了高速齿轮箱2的传动系统,所述齿轮泵26、进油管27、油箱210、油液散热器5以及油液过滤器11构成了润滑系统。所述滑动轴承28采用高性能的可倾瓦滑动轴承,可以允许一定程度的转轴不对中,传动可靠性更好。另外,所述蜗壳叶轮组件3即安装外箱体213上。所述输入轴22通过弹性柱销联轴器与三相异步电机9的电机轴连接,容许一定程度的转轴不对中。所述输入大齿轮23安装在输入轴22上并随输入轴22同步转动,所述输入大齿轮23与中间齿轮轴25齿齿配合进行扭矩传递,所述中间齿轮24固定安装在中间齿轮轴25上并随中间齿轮轴25同步转动,所述中间齿轮24与输出齿轮轴21齿齿配合从而将扭矩传递至输出齿轮轴21。可以理解,所述输出齿轮轴21的两端分别通过一个滑动轴承28安装在内箱体20上,所述中间齿轮轴25的两端分别通过一个圆柱滚子轴承211和一个调心轴承29安装在内箱体20上,具体地,所述中间齿轮轴25靠近内箱体20底部的一端通过一个调心轴承29安装在内箱体20上,所述中间齿轮轴25靠近内箱体20顶部的一端通过一个圆柱滚子轴承211安装在内箱体20上。所述输入轴22的两端分别通过

一个深沟球轴承212安装在内箱体20上。另外,所述齿轮泵26与输入轴22固定连接,输入轴22可以将扭矩直接传递至齿轮泵26,齿轮泵26与进油管27连通,当齿轮泵26在输入轴22的带动下转动时,通过进油管27从油箱21中抽取润滑油通入至内箱体20中,以对滑动轴承28、调心轴承29、圆柱滚子轴承211、深沟球轴承212、输入大齿轮23和中间齿轮轴25的传动接触面以及中间齿轮24和输出齿轮轴21的传动接触面进行润滑。本发明的高速齿轮箱2采用大传动比的高速传动系统,可以将叶轮32的工作转速提升至40000r/min以上,最大线速度额可以达到400m/s以上,极大地提高了风机的功率密度。并且,通过将齿轮泵26直接与传动系统的输入轴22连接,简化了系统结构,利用输入轴22转动来带动齿轮泵26工作,提高了离心风机的功率密度。另外,高速齿轮箱2将传统系统和润滑系统集成设计,将润滑系统的油箱210作为传动系统的支撑座,简化了系统结构,提高了离心风机的功率密度。

[0033] 如图3和图4所示,所述蜗壳叶轮组件3采用了轴向力平衡与密封结构一体化设计,所述蜗壳叶轮组件3包括蜗壳31、叶轮32、叶轮锁紧螺母33、轴向力平衡盘34、第二密封件35、第一密封件36和滑动轴承推力盘39,所述叶轮32固定安装在传动系统的输出齿轮轴21上,并通过叶轮锁紧螺母33锁紧从而随输出齿轮轴21同步转动,所述蜗壳31固定安装在外箱体213上,所述蜗壳31与叶轮32固定连接,所述叶轮32位于蜗壳31内部,所述蜗壳31与出气管道10连通,叶轮32随传动系统的输出齿轮轴21高速转动从而对气体进行加速,产生的高压气体经过蜗壳31流通至出气管道10。所述滑动轴承推力盘39固定安装在输出齿轮轴21上且靠近滑动轴承28设置,其用于将轴向力传递至滑动轴承28,由滑动轴承28来承受轴向力,可以理解,所述滑动轴承推力盘39仅在靠近叶轮32的一侧设置。所述第一密封件36安装在内箱体20上且套设在滑动轴承推力盘39的外围,所述第一密封件36可以起到轴向密封和径向密封的作用。具体地,所述第一密封件36靠近叶轮32的一端为轴向密封端,第一密封件36远离叶轮32的一端为径向密封端,所述第一密封件36与滑动轴承推力盘39之间采用非接触式篦齿迷宫密封结构,第一密封件36与滑动轴承推力盘39之间的轴向间隙为0.18mm~0.22mm,优选为0.2mm,第一密封件36与滑动轴承推力盘39之间的径向间隙为0.37mm~0.42mm,优选为0.4mm。可以理解,所述轴向间隙指的是第一密封件36的轴向密封端与滑动轴承推力盘39之间的间隙,所述径向间隙指的是第一密封件36的径向密封端与滑动轴承推力盘39之间的间隙。所述第一密封件36和滑动轴承推力盘39之间采用非接触式篦齿迷宫密封结构,不仅可以实现有效地封油封气的作用,而且轴向间隙和径向间隙控制在上述范围内时,非接触式篦齿迷宫密封结构中也会形成较薄的气体薄膜,可以起到径向阻尼器的作用,起到抑制输出齿轮轴21径向振动的作用,起到了稳定输出齿轮轴21的作用。所述叶轮32、蜗壳转接段311、第一密封件36和输出齿轮轴21之间形成了叶轮32的气流腔,所述第一密封件36可以将气流腔与润滑腔隔开,既避免了压缩气体进入润滑腔造成内箱体20中压力过高,同时又防止润滑油进入叶轮32的气流腔破坏气体洁净度。所述第二密封件35固定安装在蜗壳转接段311上且与叶轮32之间设计有非接触式篦齿迷宫密封结构,所述第二密封件35可以起到轴向密封的作用,所述第二密封件35与叶轮32之间的间隙为0.22mm~0.28mm,可以有效地起到节流密封作用,初步密封效果很好,另外,第二密封件35与叶轮32之间的相对线速度最大,输出齿轮轴21在高速转动时如果发生变形,此处的磨损是最严重的,因此,将间隙控制在0.22mm~0.28mm之间,优选为0.25mm,既可以确保良好的密封效果,又可以防止输出齿轮轴21发生变形而导致第二密封件35与叶轮32发生磨损。所述轴向力平

平衡盘34安装在输出齿轮轴21上且叶轮32的下端顶靠在轴向力平衡盘34上,所述轴向力平衡盘34也可以起到轴向密封的作用,具体地,所述轴向力平衡盘34与蜗壳转接段311之间也采用篦齿迷宫密封结构,具体地,所述轴向力平衡盘34靠近蜗壳转接段311的端面上开设有环形密封槽,所述轴向力平衡盘34与蜗壳转接段311之间的间隙为0.18mm~0.23mm,优选为0.2mm,进一步提高了密封能力。由于叶轮32的工作转速可以达到40000r/min以上,叶轮32高速转动产生的轴向力较大,若该轴向力全部由滑动轴承28承受,可能会超出滑动轴承28的承受范围,进而导致输出齿轮轴21高速转动失稳,甚至导致整个高速齿轮箱2发生损坏。

[0034] 本发明的轴向力平衡盘34将叶轮32的气流腔分隔成第一空腔37和第二空腔38,叶轮32高速转动产生的高压气体经第二密封件35和叶轮32之间的间隙泄漏至第一空腔37中,由于第二密封件35和叶轮32之间间隙的节流作用导致高压气体的能量发生损失,气体压力减小,同时第一空腔37中的气体也会从轴向力平衡盘34上的密封间隙泄露至第二空腔38中,同样也会由于能量损失而造成第二空腔38中的气压低于第一空腔37中的气压,第一空腔37和第二空腔38之间存在一定的压力差从而在轴向力平衡盘34的两侧会形成一个轴向力,由两个空腔的压力差产生的轴向力会抵消掉一部分叶轮32高速转动产生的轴向力,剩余的轴向力再由滑动轴承28承受,提高了输出齿轮轴21高速转动时的稳定性。可以理解,所述滑动轴承28采用高性能的可倾瓦滑动轴承,支承效果更好,可以承受更大的轴向力和径向力。

[0035] 可以理解,所述轴向力平衡盘34采用锻铝加工,在保证零部件强度的前提下极大地减小了质量,可减小其对输出齿轮轴21的动力学特性的影响。另外,所述输入大齿轮23和中间齿轮24为斜齿轮,对应地,所述中间齿轮轴25和输出齿轮轴21上的齿也为斜齿,通过齿齿配合进行扭矩传递时产生的轴向力的方向也与叶轮32高速转动产生的轴向力的方向相反,也可以起到平衡轴向力的作用。

[0036] 可以理解,作为优选的,所述轴向力平衡盘34与蜗壳转接段311之间的间隙处还设置有第一润滑层341,所述第一密封件36的轴向密封端与滑动轴承推力盘39之间的间隙处设置有第二润滑层343,所述第一密封件36的径向密封端与滑动轴承推力盘39之间的间隙处设置有第三润滑层342,所述第一润滑层341、第二润滑层343和第三润滑层342均由软质固体润滑剂喷涂而成。由于高功率密度的离心风机在高速运行时需要跨过一阶临界转速,由于输出齿轮轴21采用的是悬臂式的支承设计,输出齿轮轴21在过一阶临界转速时会发生弯曲变形,本发明采用的非接触式篦齿迷宫密封结构的间隙较小,可能会发生密封结构的磨损,本发明通过在密封结构处设置润滑层,可以避免过大的变形引起密封结构发生磨损,提高了密封结构的使用寿命,并且还可以通过控制润滑层的厚度来对磨损的密封结构进行修复,润滑剂的喷涂工艺十分简单,减少了使用维护成本。可以理解,所述软质固体润滑剂优选采用二硫化钼。

[0037] 本发明通过将轴向力平衡盘34与密封结构一体化设计,将轴向力平衡与密封结构集成在一起,简化了系统结构,同时减小了附加在输出齿轮轴21上的质量,对高速转动的输出齿轮轴21的动力学特性产生的影响较小。另外,设计了三层密封结构,确保了密封的可靠性。并且,轴向力平衡盘34的两侧设计了压力腔,由两个压力腔之间的压力差产生的轴向力可以抵消一部分叶轮32高速转动产生的轴向力,轴向力平衡盘34两侧的空腔中充满了压力气体,可以作为输出齿轮轴21的轴向附加阻尼器,可以很好地吸收输出齿轮轴21的轴向振

动能量,起到提高输出齿轮轴21稳定性的作用。并且,密封结构处的间隙中也会存在较薄的气体薄膜,同样可以起到径向阻尼器的作用,可以抑制输出齿轮轴21的径向振动,确保输出齿轮轴21具有良好的动力学特性,高速转动更加稳定,即使叶轮32的转速达到40000r/min以上,整个转子系统仍然能够保持高度稳定的运行状态。

[0038] 可以理解,如图5所示,本发明的另一实施例还提供一种离心风机控制系统,其用于对如上所述的离心风机进行智能化控制,所述离心风机控制系统包括检测单元100、控制器200、和无线传输模块300,所述检测单元100和无线传输模块300均与控制器200连接,所述控制器200还分别与放空阀6和三相异步电机9的变频器连接。所述检测单元100用于检测高速齿轮箱2中的油压、油温、轴承温度和振动烈度等数据,所述检测单元100还用于检测蜗壳叶轮组件3的风量和风压等数据,所述检测单元100将检测结果传输至控制器200,所述控制器200可以根据检测单元100的检测结果控制放空阀6的打开程度和/或三相异步电机9的变频器的工作频率。所述无线传输模块300可以将检测单元100检测到的数据无线传输至云服务器,可以实现对离心风机运行状态进行远程监控,并且可以通过专家系统对离心风机的运行状态进行预判,实现离心风机的故障预警和远程故障诊断功能。另外,所述离心风机上还设置有数据接口(图未示),所述数据接口与控制器200连接,所述离心风机通过该数据接口直接与中控平台连接,从而实现远程开、关机,同时满足智能化的开机模式,只需在中控平台远程设定需求风量,中控平台即可计算出三相异步电机9的变频器的工作频率和/或放空阀6的打开程度,并将控制参数传输至控制器200,控制器200根据该控制参数控制三相异步电机9和/或放空阀6的工作状态。可以理解,所述控制器200为PLC,所述检测单元100包括滑油压力传感器、滑油温度传感器、轴承温度传感器、振动传感器、风量表中的一种或多种,所述无线传输模块300为2G模块、3G模块、GSM模块、4G模块、5G模块、Wifi模块和无线串口模块中的至少一种。

[0039] 本发明的离心风机控制系统,可以根据用户的需求调整离心风机的工作状态,从而实现智能化控制,并且确保离心风机运行处于高效、稳定的状态下,提高了离心风机的可靠性。另外,通过与中控平台连接,还可以实现远程开、关机和智能化开机;通过将检测数据传输至云服务器,可以通过专家系统对离心风机的运行状态进行预判,实现离心风机的故障报警和远程故障诊断。本发明的离心风机控制系统为污水处理厂提供了一套精准曝气的方案,极大降低了水厂的能耗,达到了节能降耗的目标。

[0040] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

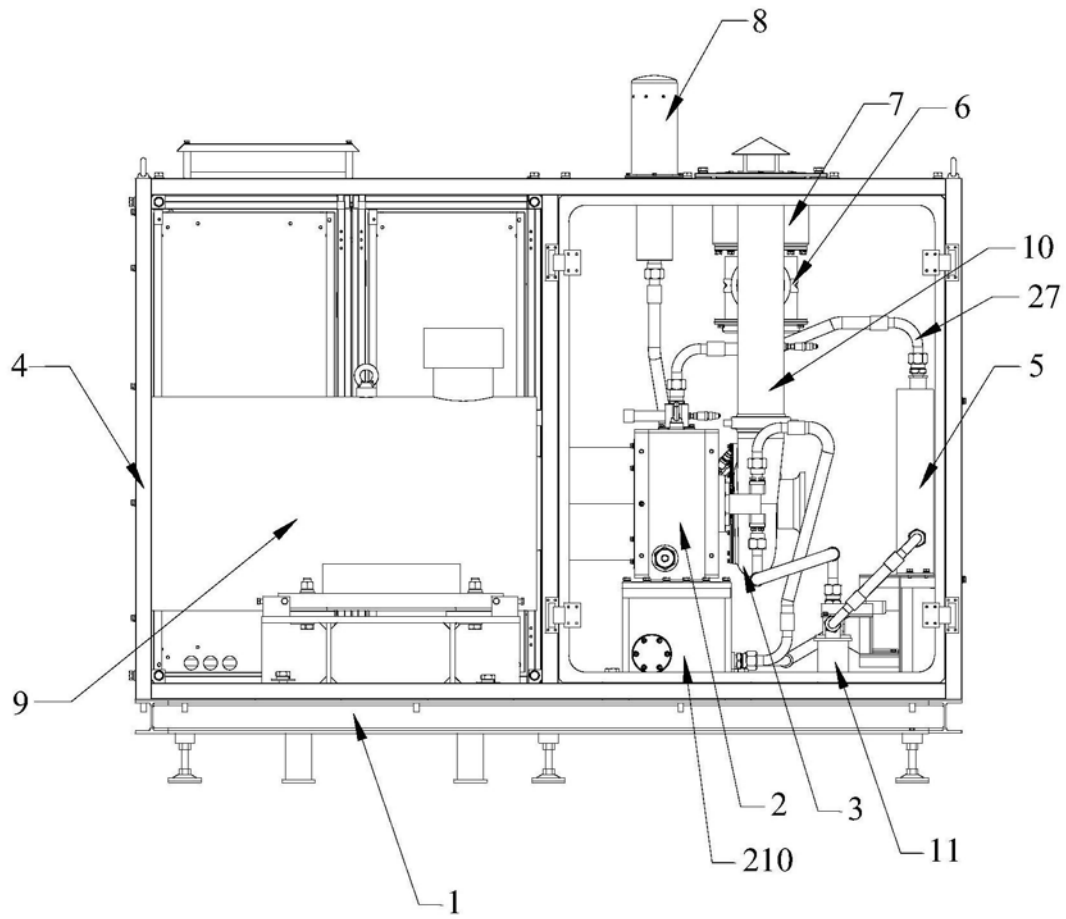


图1

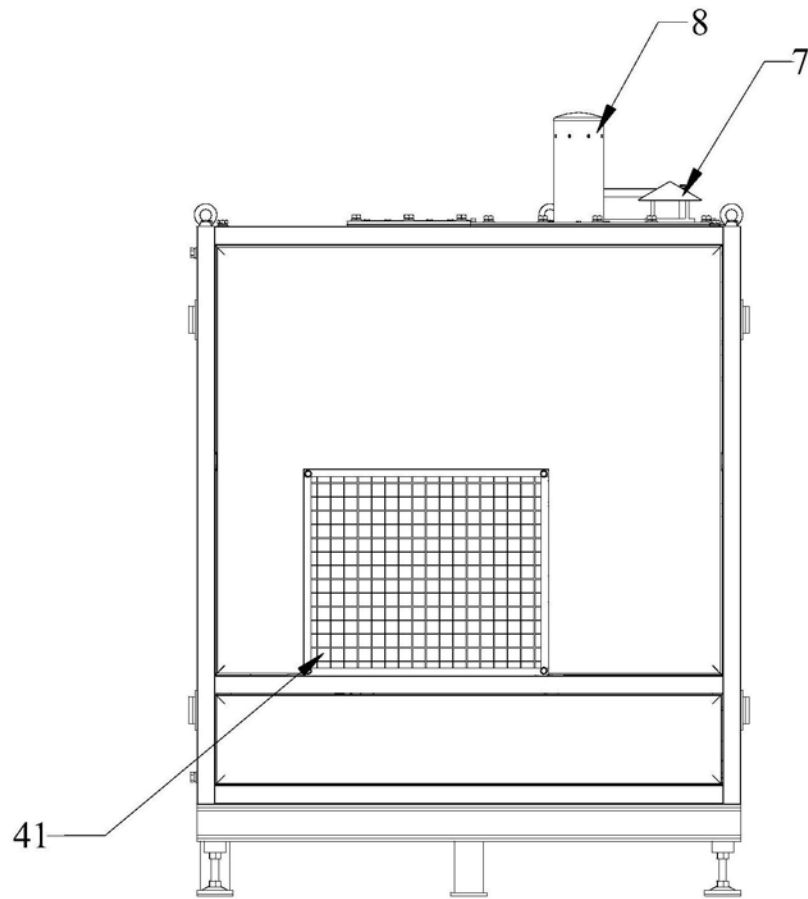


图2

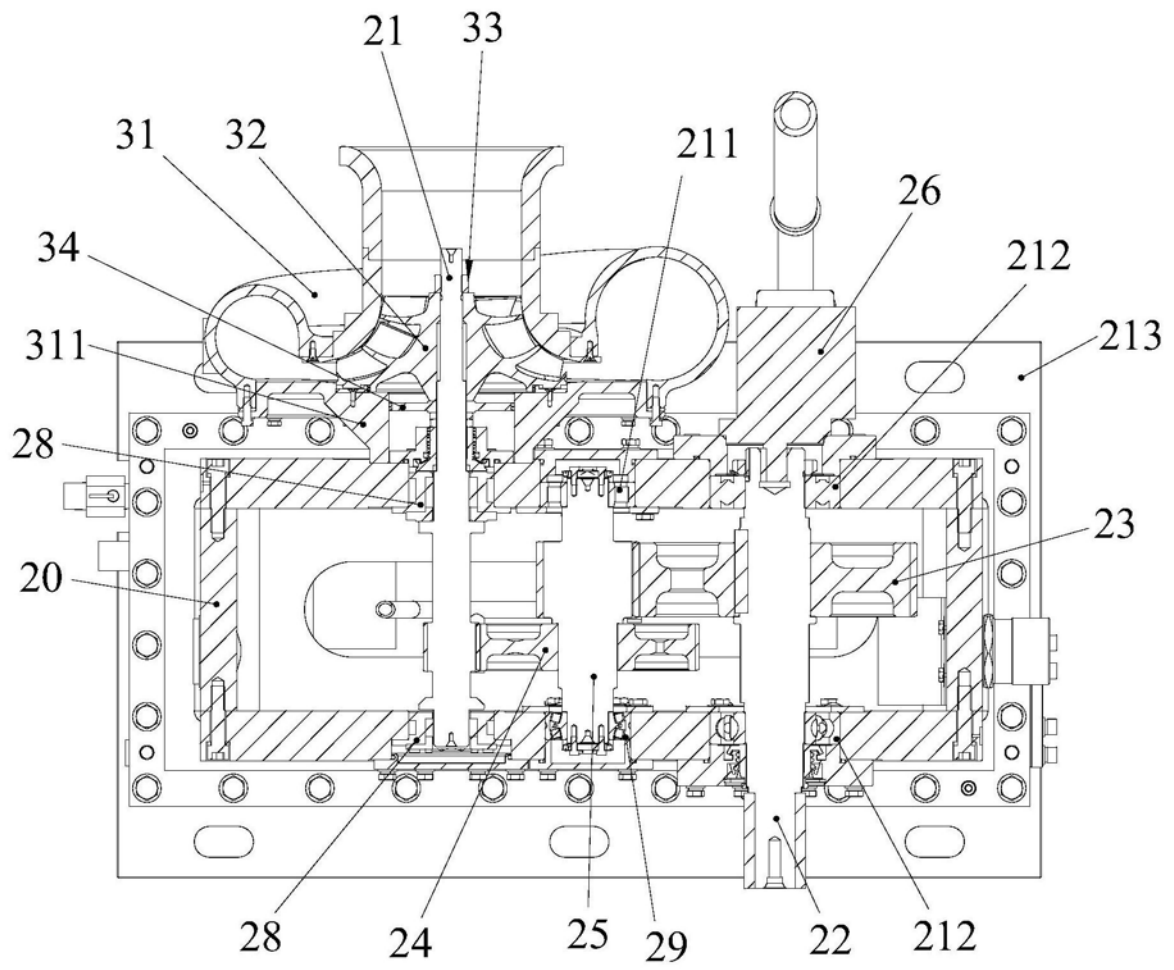


图3

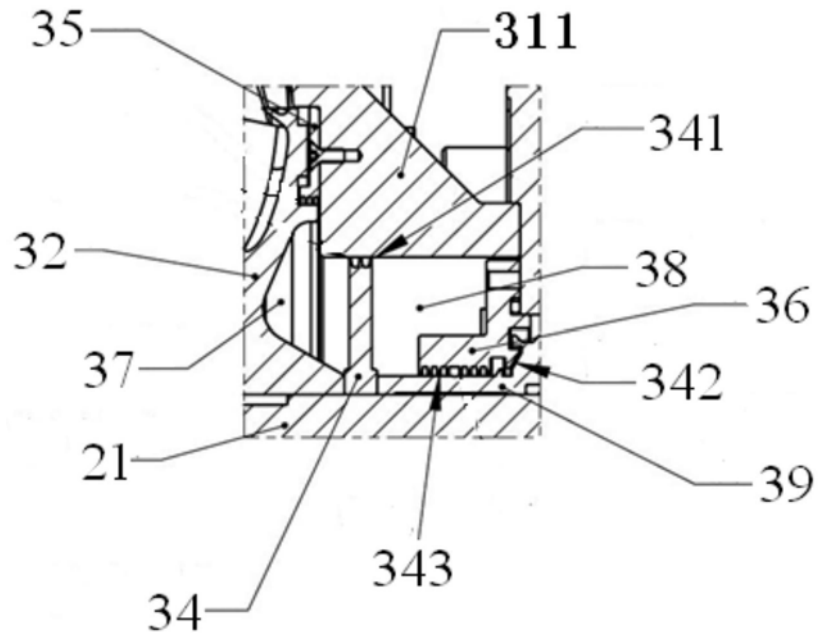


图4

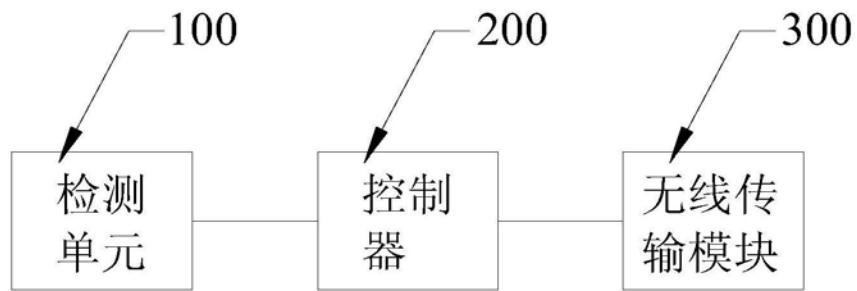


图5