



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107605744 B

(45)授权公告日 2019.02.05

(21)申请号 201711021915.0

F04D 29/02(2006.01)

(22)申请日 2017.10.27

F04D 29/42(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107605744 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(73)专利权人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路  
301号

专利权人 南通大学

(72)发明人 常浩 施卫东 李伟 刘建瑞

王川 周岭

(51)Int.Cl.

F04D 9/02(2006.01)

F04D 13/04(2006.01)

F04D 29/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 205260331 U,2016.05.25,

CN 201310470 Y,2009.09.16,

DE 69011731 T2,1995.03.16,

CN 103883569 A,2014.06.25,

CN 201972931 U,2011.09.14,

CN 2348163 Y,1999.11.10,

审查员 黄瑜

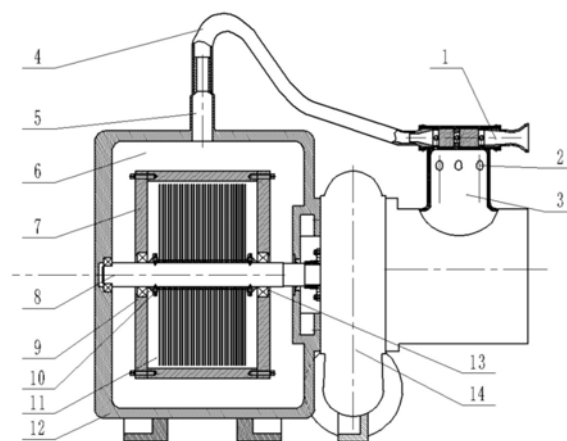
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种由空压机驱动的自吸离心泵系统

(57)摘要

本发明提供了一种由空压机驱动的自吸离心泵系统,包括自吸排气系统、泵体、吸气腔和驱动装置,驱动装置包括空压机、外涡室、内涡室、底座和薄板组,薄板组固定于泵体的主轴上,空压机内的气体进入内涡室,驱动薄板带动主轴旋转,从而驱动泵运动,气体从外涡室进入到自吸排气系统,自吸排气系统包括多个间隔设置并连通的喷嘴和隔离套,喷嘴和隔离套的横截面均为椭圆形,相互贴合的端面均为斜切面,隔离套上设有多个卷吸孔,卷吸孔与吸气腔连通,吸气腔与泵的进口管路连通,本发明能够自吸泵腔内的空气,实现了对能量的二次利用,提高能源利用率。



1. 一种由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,包括自吸排气系统(1)、泵体(14)、吸气腔(3)和驱动装置;

所述自吸排气系统(1)包括喷嘴外套筒(21)、一级梭型隔板(28)、二级梭型隔板(29)、吸气腔(3)和设置于喷嘴外套筒(21)内并且依次连通的一级排气喷嘴(19)、一级橡胶隔离套(22)、二级排气喷嘴(23)、二级橡胶隔离套(24)、三级排气喷嘴(25)、三级橡胶隔离套(26)和四级排气喷嘴(27);

各个排气喷嘴(19、23、25、27)与各个橡胶隔离套(22、24、26)贴合的端面均为斜切面,各个排气喷嘴(19、23、25、27)与各个橡胶隔离套(22、24、26)沿垂直于轴向的横截面为椭圆形;

所述一级排气喷嘴(19)内设有一级扩散室(1902);

所述一级橡胶隔离套(22)、二级橡胶隔离套(24)和三级橡胶隔离套(26)上沿周向分别分布有多个卷吸通孔,一级橡胶隔离套(22)、二级橡胶隔离套(24)和三级橡胶隔离套(26)内均设有椭圆腔;

所述二级排气喷嘴(23)内设有一级收缩室(2301),所述一级收缩室(2301)内垂直设有一级梭型隔板(28),所述一级梭型隔板(28)的横截面为梭型;

所述三级排气喷嘴(25)内设有一级扩散室(2501),所述一级扩散室(2501)内垂直设有二级梭型隔板(29),所述二级梭型隔板(29)的横截面为梭型;

所述四级排气喷嘴(27)内部沿进口至出口方向上,依次为四级圆柱室(2701)、四级收缩室(2702)和四级扩散室(2703),所述四级收缩室(2702)与四级扩散室(2703)光滑过渡;

所述吸气腔(3)上设有多个吸气连接口(2),所述吸气腔(3)与泵体(14)的进口管路连通,所述一级橡胶隔离套(22)、二级橡胶隔离套(24)和三级橡胶隔离套(26)上的多个卷吸通孔分别与多个吸气连接口(2)一一对应并连通;

所述驱动装置包括空压机、外涡室(12)、内涡室(7)、底座(15)和薄板组,所述外涡室(12)和内涡室(7)为中空圆柱形,所述内涡室(7)位于外涡室(12)内,内涡室(7)与外涡室(12)之间设有多个支撑肋板(16),所述外涡室(12)和内涡室(7)均通过轴承安装于主轴(8)上,所述内涡室(7)与主轴(8)的连接处设有一级排气孔(13),所述薄板组位于内涡室(7)内,包括多个光滑薄板(17),所述光滑薄板(17)为圆形板,光滑薄板(17)上沿周向均匀分布有多个圆形通孔和多个弯曲椭圆形通孔,圆形通孔与弯曲椭圆形通孔间隔分布,多个所述光滑薄板(17)间隔均匀的安装在主轴(8)上,各个所述光滑薄板(17)上的圆形通孔错位排列,所述主轴(8)穿过光滑薄板(17)的圆心;

所述外涡室(12)的外壁底端固定于底座(15)上,所述外涡室(12)上设有进气口(18),所述进气口(18)的一端穿透外涡室(12)壁面直接与内涡室(7)连通,进气口(18)的另一端与空压机的出口连通;

外涡室(12)的顶端设有二级排气管(5),所述二级排气管(5)与外涡室(12)一体铸造,所述进气口(18)与二级排气管(5)以及输送软管(4)的横截面均为椭圆形,所述二级排气管(5)与输送软管(4)的一端连通,所述输送软管(4)的另一端与一级扩散室(1902)连通。

2. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,所述薄板组包括30片光滑薄板(17),所述光滑薄板(17)采用碳纤维材料制成,相邻两个光滑薄板(17)之间通过垫圈(10)保持间距;

所述薄板组的两端通过紧固圆环(9)进行轴向限位。

3. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,所述内涡室(7)与外涡室(12)采用HT200材料制成,所述进气口(18)的进气方向与光滑薄板(17)的边缘切线成 $135^{\circ}$ 夹角。

4. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,还包括U型夹板(20),所述一级橡胶隔离套(22)、二级橡胶隔离套(24)、三级橡胶隔离套(26)均采用橡胶制成,所述一级排气喷嘴(19)、二级排气喷嘴(23)、三级排气喷嘴(25)和四级排气喷嘴(27)均采用碳化硅陶瓷制成;

一级排气喷嘴(19)外表面上设有椭圆形进口凸台(1901),四级排气喷嘴(27)外表面上设有椭圆形出口凸台(2704),进口凸台(1901)和出口凸台(2704)分别与喷嘴外套筒(21)进口端面 and 出口端面紧密贴合,所述U型夹板(20)对进口凸台(1901)与出口凸台(2704)加紧固定进行轴向限位。

5. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,所述一级扩散室(1902)的横截面为椭圆形,所述一级扩散室(1902)的扩散倾角 $a$ 为 $3.6^{\circ}$ ,一级扩散室(1902)出口边与轴线的垂直线之间的夹角 $b$ 为 $18^{\circ}$ 。

6. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,所述二级收缩室(2301)出口边收缩倾角 $c$ 为 $2.2^{\circ}$ ,所述一级梭型隔板(28)的进口梭型夹角 $e$ 为 $30^{\circ}$ ,出口梭形夹角 $f$ 为 $40^{\circ}$ 。

7. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,所述三级排气喷嘴(25)中三级扩散室(2501)出口边扩散倾角 $i$ 为 $3^{\circ}$ ,所述二级梭型隔板(29)的出口处梭形夹角 $h$ 为 $50^{\circ}$ 。

8. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,所述四级收缩室(2702)的收缩跨度 $k$ 为 $40^{\circ}$ ,四级扩散室(2703)的扩散跨度 $m$ 为 $25^{\circ}$ 。

9. 根据权利要求1所述的由空压机驱动的自吸离心泵系统,其特征在于,

所述一级橡胶隔离套(22)表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有一级卷吸通孔(2201)、二级卷吸通孔(2202)、三级卷吸通孔(2203),所述一级卷吸通孔(2201)、三级卷吸通孔(2203)为水平方向椭圆形通孔,二级卷吸通孔(2202)为竖直方向通孔,所述一级卷吸通孔(2201)、二级卷吸通孔(2202)之间轴向距离为 $o$ ,二级卷吸通孔(2202)、三级卷吸通孔(2203)之间轴向距离为 $p$ ,并且 $o = 1.2 p$ ;

所述二级橡胶隔离套(24)表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有四级卷吸通孔(2401)、五级卷吸通孔(2402)、六级卷吸通孔(2403),所述四级卷吸通孔(2401)、六级卷吸通孔(2403)为水平方向椭圆形通孔,五级卷吸通孔(2402)为竖直方向椭圆形通孔,所述四级卷吸通孔(2401)和五级卷吸通孔(2402)之间的轴向距离为 $q$ ,五级卷吸通孔(2402)、六级卷吸通孔(2403)之间轴向距离为 $r$ ,并且 $q = 0.8 r$ ;

所述三级橡胶隔离套(26)表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有七级卷吸通孔(2601)、八级卷吸通孔(2602)、九级卷吸通孔(2603),所述七级卷吸通孔(2601)、九级卷吸通孔(2603)为水平方向椭圆形通孔,八级卷吸通孔(2602)为竖直方向椭圆形通孔,所述七级卷吸通孔(2601)、八级卷吸通孔(2602)之间轴向距离为 $s$ ,八级卷吸通孔(2602)、九级卷吸通孔(2603)之间轴向距离为 $t$ ,并且 $s = 1.3 t$ 。

## 一种由空压机驱动自吸离心泵系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及离心泵,尤其涉及一种由空压机驱动自吸离心泵系统。

### 背景技术

[0002] 自吸离心泵作为一种重要的排水机械,广泛的应用于森林救火,抗洪排涝等应急抢险场所,为保证人民生命、财产安全发挥着不可或缺的作用。然而,目前我国较多采用内混式和外混式自吸离心泵。其中,内混式自吸离心泵虽效率高,但其结构复杂,运行不稳定;而外混式自吸离心泵虽自吸性能较好,但效率偏低。与此同时,使用射流式自吸离心泵普遍需要外加辅助装置,且配套至少两台工作电机,噪声大,整机操作较为复杂。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术中存在不足,本发明提供了一种由空压机驱动自吸离心泵系统,该系统仅由一台空压机驱动,空压机在带动机组运行的同时,辅助自吸排气系统迅速完成自吸过程。

[0004] 本发明是通过以下技术手段实现上述技术目的的。

[0005] 一种由空压机驱动自吸离心泵系统,包括自吸排气系统、泵体、吸气腔和驱动装置;

[0006] 所述自吸排气系统包括喷嘴外套筒、一级梭型隔板、二级梭型隔板、吸气腔和设置于喷嘴外套筒内并且依次连通的一级排气喷嘴、一级橡胶隔离套、二级排气喷嘴、二级橡胶隔离套、三级排气喷嘴、三级橡胶隔离套和四级排气喷嘴;

[0007] 各个排气喷嘴与各个橡胶隔离套贴合的端面均为斜切面,各个排气喷嘴与各个橡胶隔离套沿垂直于轴向的横截面为椭圆形;

[0008] 所述一级排气喷嘴内设有一级扩散腔;

[0009] 所述一级橡胶隔离套、二级橡胶隔离套和三级橡胶隔离套上沿周向分别分布有多个卷吸通孔,一级橡胶隔离套、二级橡胶隔离套和三级橡胶隔离套内均设有椭圆腔;

[0010] 所述二级排气喷嘴内设有一级收缩室,所述一级收缩室内垂直设有一级梭型隔板,所述一级梭型隔板的横截面为梭型;

[0011] 所述三级排气喷嘴内设有一级扩散室,所述一级扩散室内垂直设有二级梭型隔板,所述二级梭型隔板的横截面为梭型;

[0012] 所述四级排气喷嘴内部沿进口至出口方向上,依次为四级圆柱室、四级收缩室和四级扩散室,所述四级收缩室与四级扩散室光滑过渡;

[0013] 所述吸气腔上设有多个吸气连接口,所述吸气腔与泵体的进口管路连通,所述一级橡胶隔离套、二级橡胶隔离套和三级橡胶隔离套上的多个卷吸通孔分别与多个吸气连接口一一对应并连通;

[0014] 所述驱动装置包括空压机、外涡室、内涡室、底座和薄板组,所述外涡室和内涡室为中空圆柱形,所述内涡室位于外涡室内,内涡室与外涡室之间设有多个支撑肋板,所述外

涡室和内涡室均可通过轴承安装于主轴上,所述内涡室与主轴的连接处设有一级排气孔,所述薄板组位于内涡室内,包括多个光滑薄板,所述光滑薄板为圆形板,光滑薄板上沿周向均匀分布有多个圆形通孔和多个弯曲椭圆形通孔,圆形通孔与弯曲椭圆形通孔间隔分布,多个所述光滑薄板间隔均匀的安装在主轴上,各个所述光滑薄板上的圆形通孔错位排列,所述主轴穿过光滑薄板的圆心;

[0015] 所述外涡室的外壁底端固定于底座上,所述外涡室上设有进气口,所述进气口的一端穿透外涡室壁面直接与内涡室连通,进气口的另一端与空压机的出口连通;

[0016] 外涡室的顶端设有二级排气管,所述二级排气管与外涡室一体铸造,所述进气口与二级排气管以及输送软管的横截面均为椭圆形,所述二级排气管与输送软管的一端连通,所述输送软管的另一端与一级扩散腔连通。

[0017] 优选地,所述薄板组包括30片光滑薄板,所述光滑薄板采用碳纤维材料制成,相邻两个光滑薄板之间通过垫圈保持间距;

[0018] 所述薄板组的两端通过紧固圆环进行轴向限位。

[0019] 优选地,所述内涡室与外涡室采用HT200材料制成,所述进气口的进气方向与光滑薄板的边缘切线成 $135^{\circ}$ 夹角。

[0020] 优选地,还包括U型夹板,所述一级橡胶隔离套、二级橡胶隔离套、三级橡胶隔离套均采用橡胶制成,所述一级排气喷嘴、二级排气喷嘴、三级排气喷嘴、四级排气喷嘴均采用碳化硅陶瓷制成;

[0021] 一级排气喷嘴外表面上设有椭圆形进口凸台,四级排气喷嘴外表面上设有椭圆形出口凸台,进口凸台和出口凸台分别与喷嘴外套筒进口端面 and 出口端面紧密贴合,所述U型夹板对进口凸台与出口凸台加紧固定进行轴向限位。

[0022] 优选地,所述一级扩散腔的横截面为椭圆形,所述一级扩散室的倾角 $a$ 为 $3.6^{\circ}$ ,一级扩散室出口边倾角 $b$ 为 $18^{\circ}$ 。

[0023] 优选地,所述二级扩散室出口边收缩倾角 $c$ 为 $2.2^{\circ}$ ,所述一级梭型隔板的进口梭型夹角 $e$ 为 $30^{\circ}$ ,出口梭形夹角 $f$ 为 $40^{\circ}$ 。

[0024] 优选地,所述三级排气喷嘴中三级扩散室出口边扩散倾角 $i$ 为 $3^{\circ}$ ,出口处梭形夹角 $h$ 为 $50^{\circ}$ 。

[0025] 优选地,所述四级收缩室的收缩跨度 $k$ 为 $40^{\circ}$ ,四级扩散室的扩散跨度 $h$ 为 $25^{\circ}$ 。

[0026] 优选地,所述一级橡胶隔离套表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有一级卷吸通孔、二级卷吸通孔、三级卷吸通孔,所述一级卷吸通孔、三级卷吸通孔为水平方向椭圆形通孔,二级卷吸通孔为竖直方向通孔,所述一级卷吸通孔、二级卷吸通孔之间轴向距离为 $o$ ,二级卷吸通孔、三级卷吸通孔之间轴向距离为 $p$ ,并且 $o=1.2p$ ;

[0027] 所述二级橡胶隔离套表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有四级卷吸通孔、五级卷吸通孔、六级卷吸通孔,所述四级卷吸通孔、六级卷吸通孔为水平方向椭圆形通孔,五级卷吸通孔为竖直方向椭圆形通孔,所述四级卷吸通孔和五级卷吸通孔之间的轴向距离为 $q$ ,五级卷吸通孔、六级卷吸通孔之间轴向距离为 $r$ ,并且 $q=0.8r$ ;

[0028] 所述三级橡胶隔离套表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有七级卷吸通孔、八级卷吸通孔、九级卷吸通孔,所述七级卷吸通孔、九级卷吸通孔为水平方向椭圆形通孔,八级卷吸通孔为竖直方向椭圆形通孔,所述七级卷吸通孔、八级卷吸通孔之间轴向距离

为 $s$ ,八级卷吸通孔、九级卷吸通孔之间轴向距离为 $t$ ,并且 $s=1.3t$ 。

[0029] 本发明的有益效果:

[0030] 1) 本发明采用双层涡室结构,进气口穿透外涡室,直接将高速气体输送到内涡室中,有效驱动主轴旋转后排出内涡室,而外涡室对排出的气体进行收集,输送至自吸排气系统将其用于卷吸泵腔内的空气,完成自吸过程,实现了对能量的二次利用,提高能源利用率。

[0031] 2) 本发明所述光滑薄板表面有圆形通孔和弯曲椭圆形通孔交错分布,同时,相邻薄板间的圆孔相错位,有利于扰动气体流动,增强带动光滑薄板转动的高速气体分子间的粘滞力和吸附性,加速主轴转动,并且能够将高速气体迅速由内涡室排入外涡室。

[0032] 3) 多个排气喷嘴与橡胶隔离套间隔排列,并且每级隔离套采用三个轴向位置不同的通孔,使得高速气体经过每经过一个隔离套实现三次卷吸,提升了自吸效率,有效克服了因对称分布的通孔产生内部流场的局部回流,降低了自吸损失。

[0033] 4) 自吸排气系统中的各级排气喷嘴、输送软管、橡胶隔离套以及隔离套上的卷吸通孔均为椭圆形,有利于输送较多高速气体,并在卷吸通孔处形成局部低压,加强卷吸泵腔内气体的能力,同时,可以有效减少空间体积。

[0034] 5) 考虑到自吸后期卷吸介质为气液混合气,二、三级排气喷嘴内安装有梭型隔板,使得气液混合气能够被充分切割,并在切割后,气体能够平稳进入到下级排气喷嘴,增大射流排气系统的气体的排放量。

[0035] 6) 各级排气喷嘴采用碳化硅材料,使得排气喷嘴表面粗糙度低,摩擦损失小,强度高,有利于克服因汽蚀而产生的零件破坏。而对于卷吸混合流相对集中的通孔处,采用橡胶材料的橡胶隔离套加工而成,不仅可以缓冲相邻排气喷嘴之间的冲击,而且具有较高的耐腐蚀性,并能保证排气系统的密封性能。

[0036] 7) 排气喷嘴与橡胶隔离套的交界面采用倾斜断面,使得通孔形成不对称、具有轴向间距的分布,增强了卷吸能力,并采用U型夹板对排气喷嘴与橡胶隔离套进行轴向限位,方便安装、拆除、搬运、运输以及故障检修更换。

## 附图说明

[0037] 图1为本发明所述一种由空压机驱动的自吸离心泵系统的结构示意图。

[0038] 图2为本发明所述外涡室与内涡室横截面示意图。

[0039] 图3为本发明所述自吸排气系统结构示意图。

[0040] 其中:

[0041] 1-自吸排气系统;2-吸气连接口;3-吸气腔;4-输送软管;5-二级排气管;6-外涡室内腔;7-内涡室;8-主轴;9-紧固圆环;10-垫圈;11-内涡室内腔;12-外涡室;13-一级排气口;14-泵体;15-底座;16-支撑肋板;17-光滑薄板;18-进气口;19-一级排气喷嘴;1901-进口凸台;1902-一级扩散腔;20-U型夹;21-喷嘴外套筒;22-一级橡胶隔离套;2201-一级卷吸通孔;2202-二级卷吸通孔;2203-三级卷吸通孔;24-二级橡胶隔离套;2401-四级卷吸通孔;2402-五级卷吸通孔;2403-六级卷吸通孔;25-三级排气喷嘴;2501-三级扩散室;26-三级橡胶隔离套;2601-七级卷吸通孔;2602-八级卷吸通孔;2603-九级卷吸通孔;27-四级排气喷嘴;2701-四级圆柱室;2702-四级收缩室;2703-四级扩散室;28-一级梭型隔板;29-二级梭

型隔板。

### 具体实施方式

[0042] 下面结合附图以及具体实施例对本发明作进一步的说明,但本发明的保护范围并不限于此。

[0043] 如图1所示,本发明所述的一种由空压机驱动的自吸离心泵系统,包括自吸排气系统1、泵体14、吸气腔3和驱动装置,驱动装置包括空压机、外涡室12、内涡室7、底座15和薄板组,外涡室12和内涡室7为中空圆柱形采用HT200材料制成,外涡室内腔6宽为120mm,厚为40mm,所述内涡室内腔11直径为240mm,厚度为30mm,

[0044] 如图2所示,内涡室7位于外涡室12内,内涡室7与外涡室12之间设有六个支撑肋板16进行空间定位形成双层涡室结构,外涡室12和内涡室7均通过轴承安装于主轴8上,所述内涡室7与主轴8的连接处设有一级排气孔13。

[0045] 如图1和图2所示,薄板组位于内涡室7内,包括三十片个光滑薄板17,光滑薄板17为圆形板,采用碳纤维材料制成,直径为200mm,厚度为2mm,光滑薄板17上沿周向均匀分布有四个圆形通孔和四个弯曲椭圆形通孔,圆形通孔与弯曲椭圆形通孔间隔分布,三十片光滑薄板17间隔均匀的安装在主轴8上,相邻两光滑薄板17之间通过垫圈10保持间距,垫圈10的厚度为5.5mm,各个光滑薄板17上的圆形通孔错位排列,相邻光滑薄板17之间依次增加12°的相位角固定,主轴8穿过光滑薄板17的圆心。

[0046] 外涡室12的外壁底端固定于底座15上,所述外涡室12上设有进气口18,进气口18穿过外涡室12壁面直接与内涡室7连通,进气口18进气方向与光滑薄板17边缘切线成135°夹角,外涡室12的顶端设有二级排气管5,二级排气管5与外涡室12一体铸造,进气口18与二级排气管5截面均为长轴为40mm短轴为20mm的椭圆形。

[0047] 高速气体通过进气口18射入到内涡室内腔11中的光滑薄板17边缘,高速气体在光滑薄板17间隙螺旋向主轴运动,利用高速气体分子间的粘滞力和吸附性带动光滑薄板17运转,整个机组的转动部件均连接在一根主轴8上,从而带动叶轮转动,保证了自吸离心泵低噪、高效运行。耗尽动能后气体穿过光滑薄板17上的通孔经一级排气口13流出,高速气体进入到外涡室内腔6后,通过二级排气管5经输送软管4进入自吸排气系统1,由于双层腔体结构能够有效的将带动叶片运转后的气体进行收集,用于实现自吸排气系统完成自吸。

[0048] 如图3所示,自吸排气系统1包括喷嘴外套筒21、一级梭型隔板28、二级梭型隔板29、吸气腔3和依次连通的一级排气喷嘴19、一级橡胶隔离套22、二级排气喷嘴23、二级橡胶隔离套24、三级排气喷嘴25、三级橡胶隔离套26和四级排气喷嘴27;一级橡胶隔离套22、二级橡胶隔离套24、三级橡胶隔离套26、一级排气喷嘴19、二级排气喷嘴23、三级排气喷嘴25、四级排气喷嘴27的出口边横截面为长轴为60mm,短轴为40mm的椭圆形,并安装在喷嘴外套筒21中,采用U型夹板20对一级排气喷嘴19外表面上椭圆形进口凸台1901与四级排气喷嘴27外表面上椭圆形出口凸台2704加紧固定进行轴向限位。进口凸台1901距离一级排气喷嘴19进口44mm,厚度为15mm,与喷嘴外套筒21进口端面紧密贴合。

[0049] 二级排气管5的末端通过输气软管4与一级排气喷嘴19的进口连通,输气软管4的横截面为长轴为40mm短轴为20mm的椭圆形。

[0050] 高速气体进入到自吸排气系统1时,首先进入一级排气喷嘴19,一级排气喷嘴19内

设有一级扩散腔1902,一级扩散腔1902的进口内径长轴为40mm,短轴为22mm,出口长轴为48mm,短轴为28mm,一级扩散室1902的倾角 $a$ 为 $3.6^\circ$ ,一级扩散室1902出口边倾角 $b$ 为 $18^\circ$ ,一级扩散腔1902使得高速气体能够充分进入到自吸排气系统中1。

[0051] 一级橡胶隔离套22厚度为12mm,表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有一级卷吸通孔2201、二级卷吸通孔2202、三级卷吸通孔2203,所述一级卷吸通孔2201、三级卷吸通孔2203为水平方向通孔,二级卷吸通孔2202为竖直方向通孔,通孔尺寸为长轴为12mm短轴为8mm,所述一级卷吸通孔2201、二级卷吸通孔2202之间轴向距离为 $o$ ,二级卷吸通孔2202、三级卷吸通孔2203之间轴向距离为 $p$ ,并且 $o=1.2p$ 。气体进入到一级橡胶隔离套22内,通过三个卷吸通孔卷吸泵腔内的空气。

[0052] 二级排气喷嘴23内设有二级收缩室2301,二级扩散室2301出口边收缩倾角 $c$ 为 $2.2^\circ$ ,所述二级收缩室2301内垂直设有一级梭型隔板28,一级梭型隔板28的横截面为梭型,进出口部分薄,中间部分厚,中间部分厚度为16mm,进口梭型夹角 $e$ 为 $30^\circ$ ,出口梭形夹角 $f$ 为 $40^\circ$ 。高速气体卷吸吸气腔3内的气体进入到二级排气喷嘴23中,考虑到自吸后期,卷吸的气体中会掺杂一部分水,为了降低卷吸混合气中含水量,通过一级梭型隔板28对高速的气液混合气进行切割,使得一部分水回流到泵腔内,从而使得泵腔内的气体最大限度的排出。

[0053] 二级橡胶隔离套24厚度为17mm,表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有四级卷吸通孔2401、五级卷吸通孔2402、六级卷吸通孔2403,所述四级卷吸通孔2401、六级卷吸通孔2403为水平方向椭圆形通孔,五级卷吸通孔2402为竖直方向椭圆形通孔,通孔尺寸为长轴为12mm短轴为8mm,所述四级卷吸通孔2401和五级卷吸通孔2402之间的轴向距离为 $q$ ,五级卷吸通孔2402、六级卷吸通孔2403之间轴向距离为 $r$ ,并且 $q=0.8r$ 。

[0054] 三级排气喷嘴25内设有三级扩散室2501,三级扩散室2501出口边扩散倾角 $i$ 为 $3^\circ$ ,所述三级扩散室2501内垂直设有二级梭型隔板29,所述二级梭型隔板29的横截面为梭型,进出口部分薄,中间部分厚,中间部分厚度为18mm,进口梭型夹角 $g$ 为 $40^\circ$ ,出口处梭形夹角 $h$ 为 $50^\circ$ ,二级梭型隔板29对气液混合气进行二次切割。

[0055] 三级橡胶隔离套26厚度为14mm,表面上沿进口到出口的排气方向上,依次分布有七级卷吸通孔2601、八级卷吸通孔2602、九级卷吸通孔2603,所述七级卷吸通孔2601、九级卷吸通孔2603为水平方向椭圆形通孔,八级卷吸通孔2602为竖直方向椭圆形通孔,通孔尺寸为长轴为12mm短轴为8mm,所述七级卷吸通孔2601、八级卷吸通孔2602之间轴向距离为 $s$ ,八级卷吸通孔2602、九级卷吸通孔2603之间轴向距离为 $t$ ,并且 $s=1.3t$ 。

[0056] 吸气腔3上设有九个吸气连接口2,吸气腔3与泵体14的进口管路连通,一级橡胶隔离套22、二级橡胶隔离套24和三级橡胶隔离套26上的卷吸通孔分别与九个吸气连接口2一一对应并连通。

[0057] 采用橡胶材料的隔离套,不仅可以有效缓解相邻排气喷嘴之间冲击,而且,在自吸后期,由于在自吸排气系统1中存在气液混合物,可以有效避免因汽蚀造成破坏。而橡胶材料具有较好的密封性,能够有效满足排气过程中的密封要求。同时,橡胶隔离套的内径对两相邻变直径的排气喷嘴起到较好的过渡作用。并且,采用轴向位置不同,且不对称的分布结构,可以使得在自吸过程中,在每级隔离套中实现三次卷吸,提升了自吸效率,有效克服了因对称分布的通气孔产生内部流场的局部回流,降低了自吸损失。

[0058] 高速气体进入到四级排气喷嘴27中,四级排气喷嘴27内部沿进口至出口方向上,



依次为四级圆柱室2701、四级收缩室2702、四级扩散室2703,所述四级收缩室2702与四级扩散室2703光滑过渡,四级收缩室2702的曲率半径为120mm,收缩跨度k为 $40^{\circ}$ ,而四级扩散室2703的曲率半径为30mm,扩散跨度h为 $25^{\circ}$ ,所述出口凸台2704距离四级排气喷嘴19出口80mm,厚度为15mm,与喷嘴外套筒21出口端面紧密贴合。四级排气喷嘴27内部直径先收缩使气体进行加速,随后以较大的曲率半径进行扩散,将泵腔内卷吸的气体大量排出,从而使得自吸排气系统具有高效、快速的自吸性能。

[0059] 所述实施例为本发明的优选的实施方式,但本发明并不限于上述实施方式,在不背离本发明的实质内容的前提下,本领域技术人员能够做出的任何显而易见的改进、替换或变型均属于本发明的保护范围。

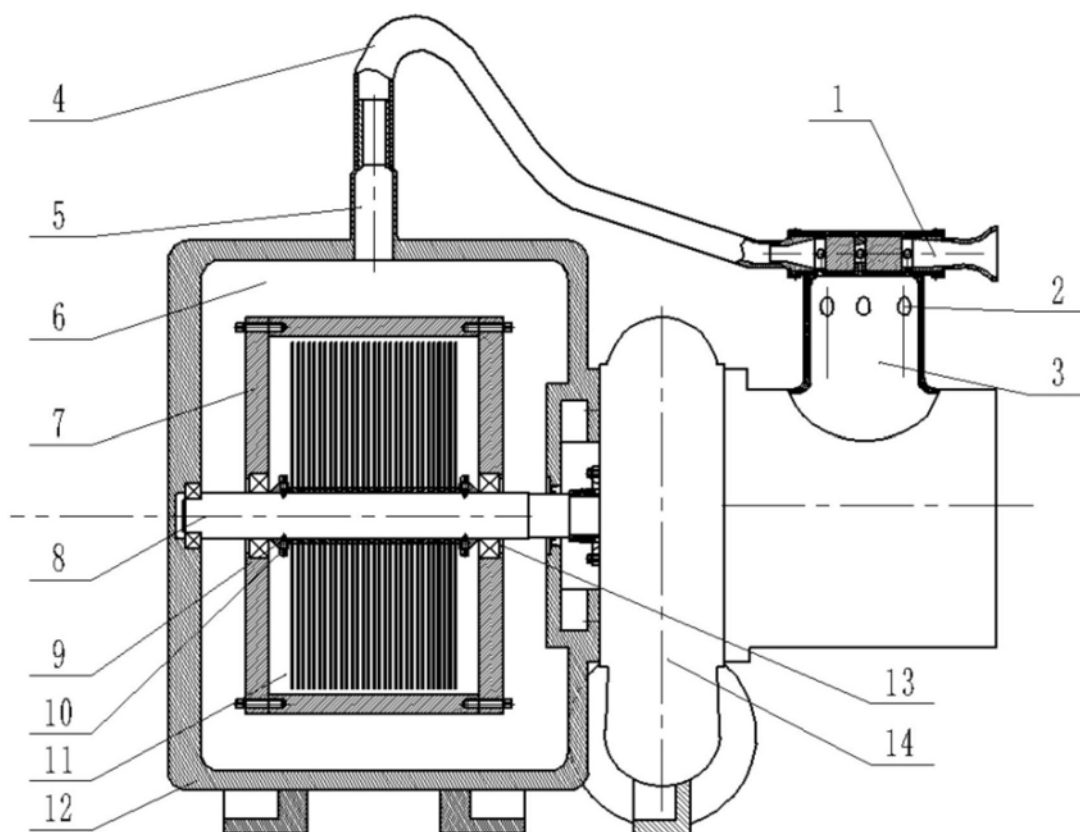


图1

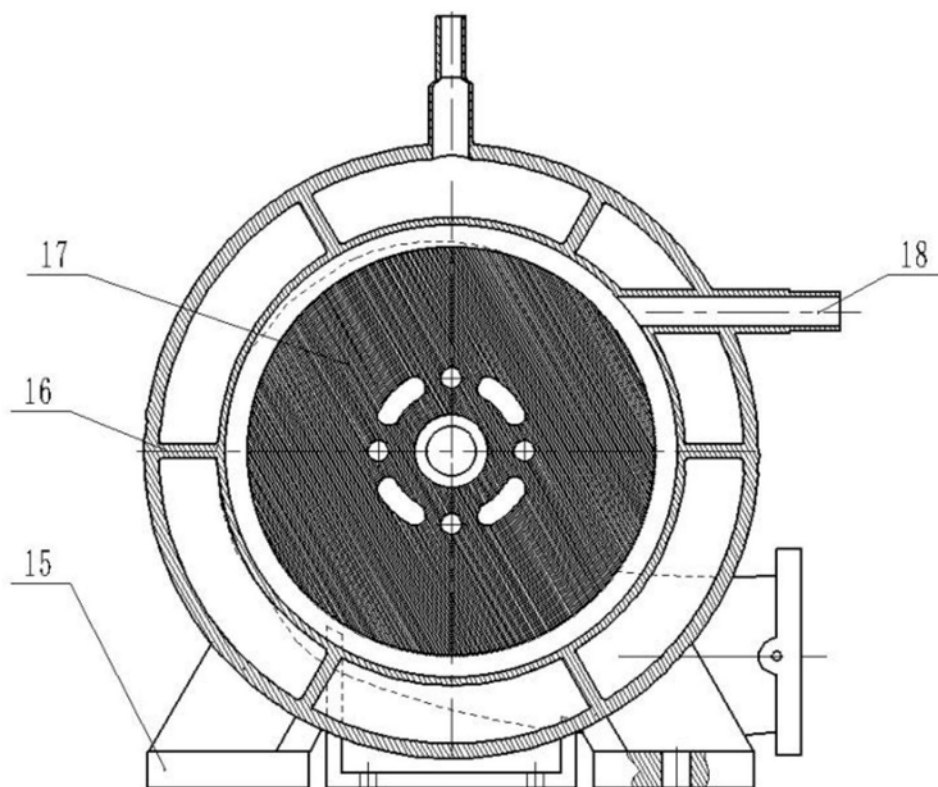


图2

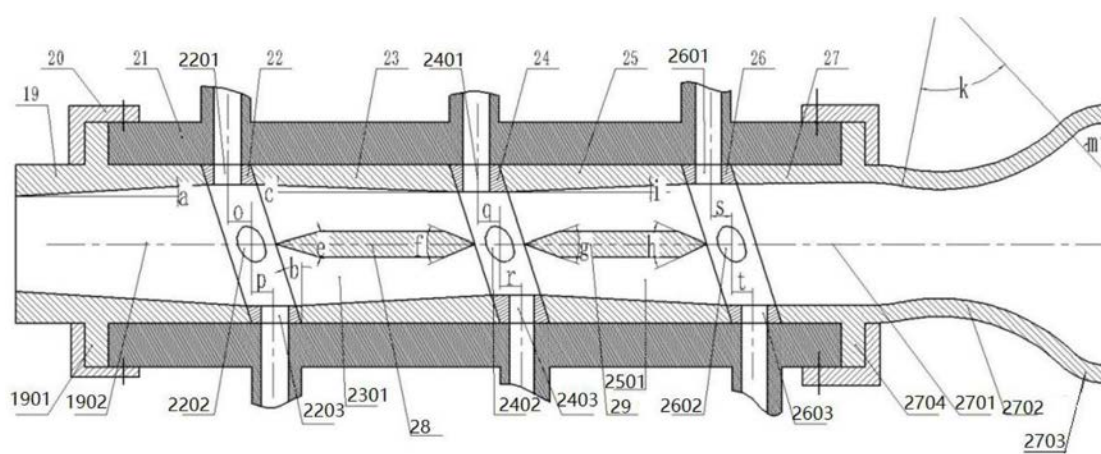


图3