



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111396328 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010360702.6

F04D 29/02(2006.01)

(22)申请日 2020.04.30

(71)申请人 北京动力机械研究所

地址 100074 北京市丰台区云岗西里1号

(72)发明人 张希 赵伟 郑振江 秦勇

黄孟璇 王大磊

(74)专利代理机构 中国兵器工业集团公司专利

中心 11011

代理人 周恒

(51) Int. Cl.

F04D 17/10(2006.01)

F04D 29/28(2006.01)

F04D 29/30(2006.01)

F04D 29/42(2006.01)

F04D 29/44(2006.01)

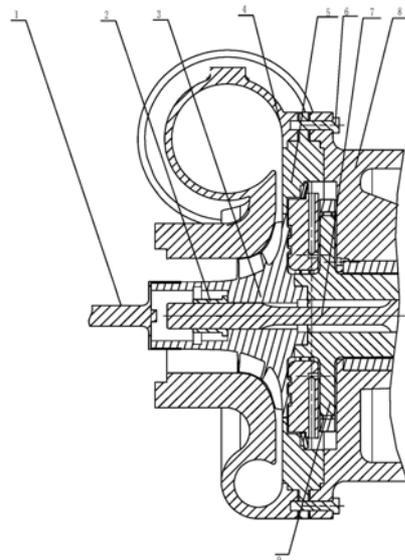
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种用于惰性混合工质的高效离心压缩装置

(57)摘要

本发明属于离心式压气机技术领域,具体涉及一种用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其包括:离心叶轮、扩压器、压气机蜗壳;离心叶轮、压气机蜗壳均采用钛合金材料,离心叶轮为整体式结构即叶片和轮盘做成一体,采用机械加工和数控铣削加工方式成型;压气机蜗壳采用3D打印技术成型。扩压器采用不锈钢材料;离心叶轮开有安装芯轴的中心孔,通过芯轴螺母与芯轴连接在一起,可在芯轴带动下高速转动;离心叶轮中心轴外圆与联轴器过盈装配,可带动联轴器及与联轴器相连的电机转动发电;该压缩装置结构简单,性能优异,成本低,满足闭式循环发电系统中的应用需求。



1. 一种用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,所述高效离心压缩装置包括:离心叶轮(3)、扩压器(5)、压气机蜗壳(4);

所述离心叶轮(3)中心有一通孔,芯轴(7)由孔内穿出,通过芯轴螺母(2)将离心叶轮(3)与芯轴(7)连接,离心叶轮(3)可在芯轴(7)带动下高速转动;

主轴从离心叶轮(3)右端插入,与离心叶轮(3)右端外圆实现过盈配合,从而形成一个刚性转子;

所述离心叶轮(3)左端外圆插入到联轴器(1)右端环状结构的空腔内,离心叶轮(3)与联轴器(1)过盈装配,可带动联轴器(1)及与联轴器(1)相连的电机转动发电;

所述扩压器(5)左端的外圆插入压气机蜗壳(4)右端内孔实现定位;所述扩压器(5)右端的外圆插入中介机匣(8)左侧内孔中,压气机蜗壳(4)与扩压器(5)通过设置在边缘的螺钉(6)与中介机匣(8)连接在一起;

所述压气机蜗壳(4)内壁面与离心叶轮(3)叶顶型面之间存在一定间隙。

2. 如权利要求1所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,所述离心叶轮(3)含有12个叶片,周向均匀分布,叶片型面为直纹面。

3. 如权利要求1所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,所述压气机蜗壳(4)内壁面与离心叶轮(3)叶片型面之间的间隙范围为0.35~0.45mm。

4. 如权利要求1所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,所述离心叶轮(3)、扩压器(5)、压气机蜗壳(4)共同组成了气流通道。

5. 如权利要求1所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,所述扩压器(5)为无叶扩压器。

6. 如权利要求1所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,所述高效离心压缩装置按惰性混合工质特性设置了压气机蜗壳(4)的流道型面及离心叶轮(3)的流道型面和叶型,气流从离心叶轮(3)左侧轴向进气,经过离心叶轮(3)旋转增压,转速为50000rpm~100000r/min,离心叶轮(3)流出的气体进入扩压器(5)和压气机蜗壳(4)中进一步减速增压。

7. 如权利要求1所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,根据惰性混合工质物性设置气流通道和离心叶轮叶型:

定义 $D_3$ 为扩压器(5)出口直径, $D_2$ 为离心叶轮(3)出口直径, $D_{1t}$ 为离心叶轮(3)轮缘直径, $D_{1h}$ 为离心叶轮(3)进口轮毂直径, $b_2$ 为离心叶轮(3)出口宽度, $L$ 为离心叶轮(3)轴向长度;

其中,

$$\frac{D_3}{D_2} \text{ 范围为 } 1.4 \sim 1.7;$$

$$\frac{D_{1t}}{D_2} \text{ 范围为 } 0.5 \sim 0.8;$$

$$\frac{D_{1h}}{D_2} \text{ 范围为 } 0.2 \sim 0.4;$$

$\frac{b_2}{D_2}$  范围为0.035~0.085;

L选取25mm,流道型面曲线通过样条点生成。

8.如权利要求7所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,

$\frac{D_3}{D_2}$  为1.5。

9.如权利要求8所述的惰性混合工质高效离心压缩装置,其特征在于,

$\frac{D_{1r}}{D_2}$  为0.6;

$\frac{D_{1h}}{D_2}$  为0.36。

10.如权利要求9所述的用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,其特征在于,

$\frac{b_2}{D_2}$  为0.039。

## 一种用于惰性混合工质的高效离心压缩装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于离心式压气机技术领域,具体涉及一种用于惰性混合工质的高效离心压缩装置。

### 背景技术

[0002] 离心式压气机由于其单级增压比高、结构简单、零件数少、轴向尺寸小、稳定工作范围广等特点,得到了广泛的应用。

[0003] 闭式循环发电系统由于其闭式的特点,内部工质不仅要求性质稳定,也要求有良好的换热能力,流动损失小等,并且要较为容易压缩膨胀,进行热功转换,闭式系统中一般使用氦气作为压缩工质,但是氦气较难压缩,因此使用惰性混合工质。惰性混合工质的特殊物性使得流动更容易发生分离。常规压缩装置,如轴流式压气机的单级压比低,达到相同的压比需要的级数多。级数的增加致使零件数增多、轴向尺寸变大、结构变复杂、稳定工作范围缩小。且如不能按照惰性混合工质特殊的物性参数来设计,压缩系统的效率较低。

### 发明内容

[0004] (一)要解决的技术问题

[0005] 本发明要解决的技术问题是:如何克服轴流压气机在工程应用上的不足。

[0006] (二)技术方案

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供的一种用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,所述高效离心压缩装置包括:离心叶轮3、扩压器5、压气机蜗壳4;

[0008] 所述离心叶轮3中心有一通孔,芯轴7由孔内穿出,通过芯轴螺母2将离心叶轮3与芯轴7连接,离心叶轮3可在芯轴7带动下高速转动;

[0009] 主轴从离心叶轮3右端插入,与离心叶轮3右端外圆实现过盈配合,从而形成一个刚性转子;

[0010] 所述离心叶轮3左端外圆插入到联轴器1右端环状结构的空腔内,离心叶轮3与联轴器1过盈装配,可带动联轴器1及与联轴器1相连的电机转动发电;

[0011] 所述扩压器5左端的外圆插入压气机蜗壳4右端内孔实现定位;所述扩压器5右端的外圆插入中介机匣8左侧内孔中,压气机蜗壳4与扩压器5通过设置在边缘的螺钉6与中介机匣8连接在一起;

[0012] 所述压气机蜗壳4内壁面与离心叶轮3叶顶型面之间存在一定间隙。

[0013] 其中,所述离心叶轮3含有12个叶片,周向均匀分布,叶片型面为直纹面。

[0014] 其中,所述压气机蜗壳4内壁面与离心叶轮3叶片型面之间的间隙范围为0.35~0.45mm。

[0015] 其中,所述离心叶轮3、扩压器5、压气机蜗壳4共同组成了气流通道。

[0016] 其中,所述扩压器5为无叶扩压器。

[0017] 其中,所述高效离心压缩装置按惰性混合工质特性设置了压气机蜗壳4的流道型

面及离心叶轮3的流道型面和叶型,气流从离心叶轮3左侧轴向进气,经过离心叶轮3旋转增压,转速为50000r/min~100000r/min,离心叶轮3流出的气体进入扩压器5和压气机蜗壳4中进一步减速增压。

[0018] 其中,根据惰性混合工质物性设置气流通道和离心叶轮叶型:

[0019] 定义 $D_3$ 为扩压器5出口直径, $D_2$ 为离心叶轮3出口直径, $D_{1t}$ 为离心叶轮3轮缘直径, $D_{1h}$ 为离心叶轮3进口轮毂直径, $b_2$ 为离心叶轮3出口宽度, $L$ 为离心叶轮3轴向长度;

[0020] 其中,

[0021]  $\frac{D_3}{D_2}$  范围为1.4~1.7;

[0022]  $\frac{D_{1t}}{D_2}$  范围为0.5~0.8;

[0023]  $\frac{D_{1h}}{D_2}$  范围为0.2~0.4;

[0024]  $\frac{b_2}{D_2}$  范围为0.035~0.085;

[0025]  $L$ 选取25mm,流道型面曲线通过样条点生成。

[0026] 其中,

[0027]  $\frac{D_3}{D_2}$  为1.5;

[0028] 其中,

[0029]  $\frac{D_{1t}}{D_2}$  为0.6;

[0030]  $\frac{D_{1h}}{D_2}$  为0.36;

[0031] 其中,

[0032]  $\frac{b_2}{D_2}$  为0.039。

[0033] (三)有益效果

[0034] 与现有技术相比较,本发明提供一种采用惰性混合工质的特殊物性变化规律和流动规律来设计的离心式压缩装置,该压缩装置结构简单,性能优异,成本低,满足闭式循环发电系统中的应用需求。

## 附图说明

[0035] 图1为本发明提供的离心式压气机总体结构示意图。

[0036] 图中,1.联轴器;2.芯轴螺母;3.离心叶轮;4.压气机蜗壳;

[0037] 5.扩压器;6.螺钉;7.芯轴;8.中介机匣;9.压力盘。

[0038] 图2为本发明提供的气流通道示意图。

### 具体实施方式

[0039] 为使本发明的目的、内容和优点更加清楚,下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。

[0040] 为解决现有技术问题,本发明提供一种用于惰性混合工质的高效离心压缩装置,如图1所示,所述高效离心压缩装置包括:离心叶轮3、扩压器5、压气机蜗壳4;

[0041] 所述离心叶轮3中心有一通孔,芯轴7由孔内穿出,通过芯轴螺母2将离心叶轮3与芯轴7连接,离心叶轮3可在芯轴7带动下高速转动;

[0042] 主轴从离心叶轮3右端插入,与离心叶轮3右端外圆实现过盈配合,从而形成一个刚性转子;

[0043] 所述离心叶轮3左端外圆插入到联轴器1右端环状结构的空腔内,离心叶轮3与联轴器1过盈装配,可带动联轴器1及与联轴器1相连的电机转动发电;

[0044] 所述扩压器5左端的外圆插入压气机蜗壳4右端内孔实现定位;所述扩压器5右端的外圆插入中介机匣8左侧内孔中,压气机蜗壳4与扩压器5通过设置在边缘的螺钉6与中介机匣8连接在一起;

[0045] 所述压气机蜗壳4内壁面与离心叶轮3叶片型面之间留有一定间隙。

[0046] 其中,所述离心叶轮3含有12个叶片,周向均匀分布,叶片型面为直纹面。

[0047] 其中,所述压气机蜗壳4内壁面与离心叶轮3叶片型面之间的间隙范围为0.35~0.45mm。

[0048] 其中,所述离心叶轮3、扩压器5、压气机蜗壳4共同组成了气流通道,见图2。

[0049] 其中,所述扩压器5为无叶扩压器。

[0050] 其中,所述高效离心压缩装置按惰性混合工质特性设置了压气机蜗壳4的流道型面及离心叶轮3的流道型面和叶型,气流从离心叶轮3左侧轴向进气,压缩工质为惰性混合工质,经过离心叶轮3旋转增压,转速为50000r/min~100000r/min,离心叶轮3流出的气体进入扩压器5和压气机蜗壳4中进一步减速增压。

[0051] 其中,根据惰性混合工质物性设置气流通道和离心叶轮叶型:

[0052] 定义 $D_3$ 为扩压器5出口直径, $D_2$ 为离心叶轮3出口直径, $D_{1t}$ 为离心叶轮3轮缘直径, $D_{1h}$ 为离心叶轮3进口轮毂直径, $b_2$ 为离心叶轮3出口宽度, $L$ 为离心叶轮3轴向长度;

[0053] 其中,

[0054]  $\frac{D_3}{D_2}$  范围为1.4~1.7,优选的选取1.5;

[0055]  $\frac{D_{1t}}{D_2}$  范围为0.5~0.8,优选的选取0.6;

[0056]  $\frac{D_{1h}}{D_2}$  范围为0.2~0.4,优选的选取0.36;

[0057]  $\frac{b_2}{D_2}$  范围为0.035~0.085,优选的选取0.039;

[0058] L选取25mm,流道型面曲线通过样条点生成,通过该设计实现了压气机流量1.2Kg/s,整级压比2.5,绝热效率>80%。解决了惰性混合工质难压缩,分离大,效率低的问题。

[0059] 其中,所述离心叶轮3、压气机蜗壳4均采用钛合金材料,扩压器5采用不锈钢材料。

[0060] 其中,所述离心叶轮3为整体式结构即叶片和轮盘做成一体,采用机械加工和数控铣削加工方式成型。

[0061] 其中,所述压气机蜗壳4采用3D打印技术成型。

[0062] 实施例1

[0063] 本实施例提供一种离心式压气装置,压缩工质为惰性混合工质,该压气机转速为50000r/min~100000r/min,流量为1.2Kg/s,整级压比2.5,效率>80%;该装置包括离心叶轮、扩压器、压气机蜗壳;离心叶轮、压气机蜗壳均采用钛合金材料,离心叶轮为整体式结构即叶片和轮盘做成一体,采用机械加工和数控铣削加工方式成型;压气机蜗壳采用3D打印技术成型。扩压器采用不锈钢材料;离心叶轮开有安装芯轴的中心孔,通过芯轴螺母与芯轴连接在一起,可在芯轴带动下高速转动;离心叶轮中心轴外圆与联轴器过盈装配,可带动联轴器及与联轴器相连的电机转动发电;离心叶轮采用12个叶片周向均匀分布的形式,且叶片型面全部为直纹面。压气机蜗壳与离心叶轮配合型面与离心叶轮叶顶型面之间存在一定间隙;压气机蜗壳螺钉与扩压器连接在一起。扩压器为无叶扩压器。

[0064] 其中,压气装置压缩工质为惰性混合工质。

[0065] 其中,压气装置转速为50000r/min~100000r/min,该压气机流量为1.2Kg/s,整级压比2.5,效率>80%。

[0066] 其中,离心叶轮的叶片型面为直纹面,12个叶片周向均布。

[0067] 其中,离心叶轮中心轴外圆与联轴器过盈装配,可带动联轴器及与联轴器相连的电机转动发电。

[0068] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

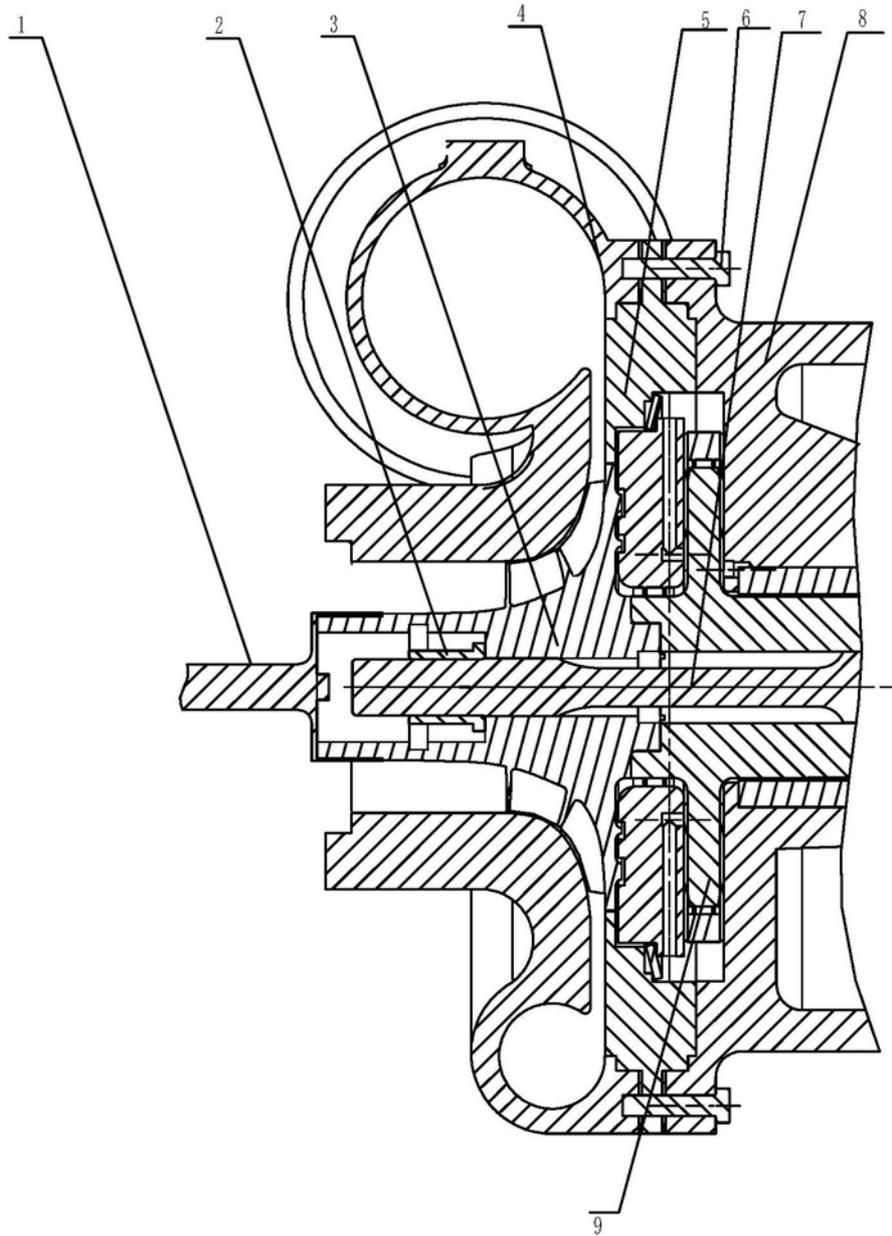


图1

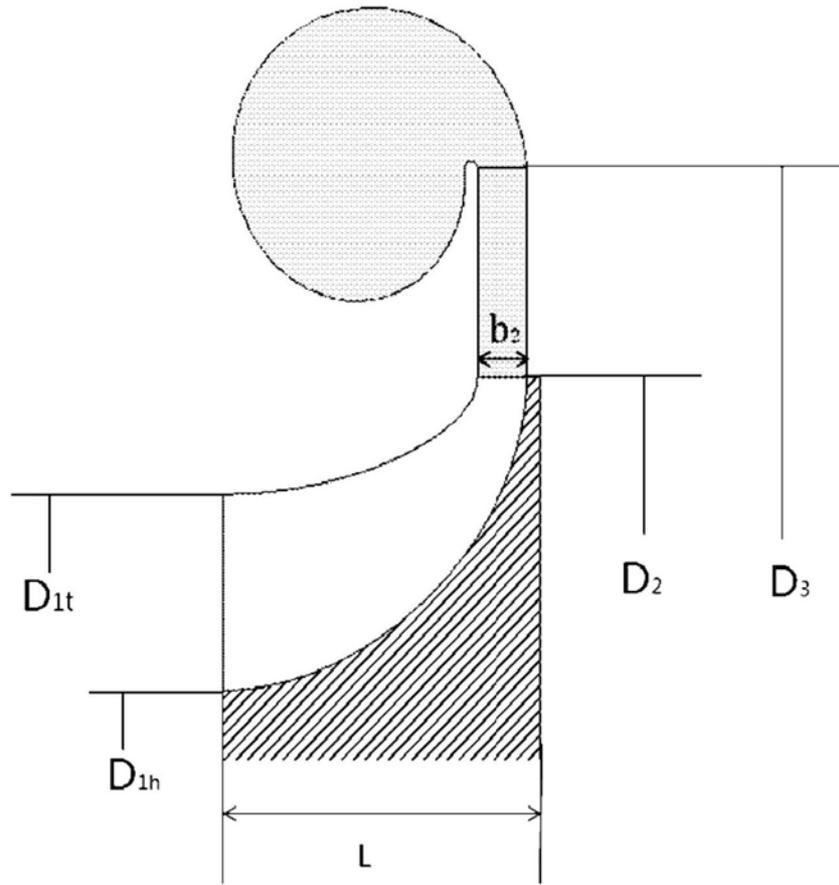


图2