



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101749278 A

(43) 申请公布日 2010.06.23

(21) 申请号 201010110299.8

(22) 申请日 2010.02.09

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清
华大学专利办公室

申请人 株式会社 IHI

(72) 发明人 郑新前 林韵 张扬军 马场隆弘
玉木秀明 杨名洋

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限
公司 11327

代理人 邸更岩

(51) Int. Cl.

F04D 29/42 (2006.01)

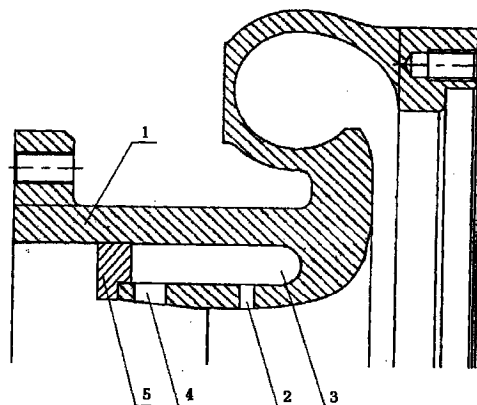
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环
处理机匣

(57) 摘要

基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣,涉及一种离心式压气机处理机匣,属于叶轮机技术领域。主要包括压气机涡壳,在涡壳壁面圆周方向上开自循环通道,由抽吸环槽、回流环槽、导流环槽和堵块组成,并使抽吸环槽的宽度在机匣圆周方向上的分布呈现非轴对称性,以优化机匣处理在全周向上的扩稳效果。采用本发明所提出的基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣,相比于圆周方向上开槽宽度一致的轴对称自循环处理机匣可以较大地提高离心压气机的稳定工作范围,同时维持效率基本不变。



1. 基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣,在所述的处理机匣(1)壁面圆周方向上开有自循环通道,该通道由抽吸环槽(2)、导流环槽(3)、回流环槽(4)和堵块(5)组成,其特征在于:所述的抽吸环槽(2)的宽度 b_r 在处理机匣(1)壁面圆周方向上的分布呈非轴对称性。

基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣

技术领域

[0001] 本发明涉及一种离心式压气机处理机匣,属于叶轮机械技术领域。可用于各种用途的增压器离心压气机、工业用离心压气机以及航空离心压气机等叶轮机械。

背景技术

[0002] 离心式压气机等叶轮式压气机相对于往复式压气机,具有效率高、体积重量轻、运转平稳等优势,但其工况范围有限。离心式压气机低流量工况下内部流场出现大尺度流动分离等现象,出现不稳定工作现象,造成失速甚至喘振,直接导致压气机效率和压比急剧下降,寿命严重缩短,甚至短时间内直接损坏。因此人们采取了很多方法来推迟压气机失速等不稳定现象的发生,以扩大其稳定工作范围。

[0003] 目前普遍认为处理机匣是提高压气机稳定工作范围的有效方法。但是传统的处理机匣结构一般为轴对称结构,而当压气机处于非设计工况时,由于离心压气机涡壳的轴向非对称性导致了叶轮出口流动的周向畸变,从而影响上游的流动参数,导致压气机叶轮及无叶扩压器内部的周向流动参数呈现非轴对称性。传统的轴对称处理机匣结构无法考虑压气机内部流场的非轴对称的特点,因此无法使机匣处理实现全周向上的最优。

发明内容

[0004] 本发明目的是提供一种基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣,以更大提高离心式压气机的稳定工作范围,同时维持效率基本不变。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣,在所述的处理机匣壁面圆周方向上开有自循环通道,该通道由抽吸环槽、导流环槽、回流环槽和堵块组成,其特征在于:所述的抽吸环槽的宽度 b_r 在处理机匣壁面圆周方向上的分布呈非轴对称性。

[0007] 本发明与现有技术相比,具有以下优点及突出性效果:通过抽吸环槽宽度 b_r 在机匣圆周方向上的非轴对称分布,以优化机匣处理在全周向上的扩稳效果。试验表明,使用本发明所提出的基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣,相比于圆周方向开槽宽度一致的轴对称自循环处理机匣,可以较大地提高离心式压气机的稳定工作范围,同时维持效率基本不变。

附图说明

[0008] 图 1 是自循环处理机匣结构的剖视示意图。

[0009] 图 2 是自循环通道示意图。

[0010] 图 3 是涡壳角度定义示意图。

[0011] 图 4 是抽吸环槽宽度 b_r 在圆周方向上的分布示意图。

[0012] 图 5 是某尺寸离心压气机 b_r 值在圆周方向上的非对称分布。

[0013] 图 6a 和图 6b 是采用变开槽宽度的非对称自循环处理机匣与开槽宽度在圆周方向

上一致的轴对称自循环处理机匣以及无机匣处理的压气机性能对比曲线。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明的原理、结构和工作过程作进一步的说明。

[0015] 图 1 为自循环处理机匣结构的剖视示意图。

[0016] 基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣,在所述的处理机匣 1 壁面圆周方向上开有自循环通道,该通道由抽吸环槽 2、导流环槽 3、回流环槽 4 和堵块 5 组成,所述的抽吸环槽 2 的宽度 b_r 在处理机匣 1 壁面圆周方向上的分布呈非轴对称性。

[0017] 图 2 为自循环通道示意图。

[0018] 自循环通道的主要结构参数有:①抽吸环槽 2 相对于主流叶片前缘 6 位置 S_r ;②抽吸环槽 2 宽度 b_r ;③气体回流引入位置 S_f ;④气体回流引入宽度 b_f ;⑤旁通高度 h_b ;⑥旁通宽度 b_b 。

[0019] 图 3 是涡壳角度定义示意图。图中标注了涡壳角度 0° 的位置,以及涡壳初始角度 θ 位置定义。

[0020] 研究表明,抽吸环槽 2 的宽度 b_r 对扩稳效果有较大的影响。当压气机处于非设计工况时,由于离心压气机涡壳的轴向非对称性导致了叶轮出口流动的周向畸变,从而影响上游的流动参数,导致压气机叶轮及无叶扩压器内部的周向流动参数呈现非轴对称性,使得在不同的涡壳角度位置存在不同的最优 b_r 值,当大于或小于最优值时,扩稳效果变差。本发明通过抽吸环槽 2 的宽度 b_r 在机匣圆周方向上的非轴对称分布,以优化自循环处理机匣在全周向上的扩稳效果。

[0021] 图 4 所示为采用非对称机匣处理时,周向上最优 b_r 值分布示意曲线。图中所示为在 $\theta \sim \theta + 360^\circ$ 的整个圆周方向上抽吸环槽宽度 b_r 的分布。其中 θ 为初始角度。

[0022] 在离心压气机工作过程中,小流量工况时,自循环处理机匣抽吸环槽 2 抽吸对应位置处叶尖区域的气体,经导流环槽 3,由回流环槽 4 射出。抽吸环槽 2 对该叶尖区域气体的抽吸作用造成叶尖间隙泄漏涡被抽吸环槽 2 吸取,泄漏流动的通道被阻断;回流射入压气机入口,由于环槽内流动的相通,实现了压气机入口的流动均匀性,消除通道激波;回流增大了入口流量,使叶片入口正攻角减小,同时抽吸环槽 2 的抽吸作用减弱了压气机喉口的背压,逆压梯度减小,有效抑制了叶片表面边界层的分离。这些作用有效地控制了流动分离,使得压气机的稳定工作范围扩大。

[0023] 在近堵塞工况,自循环处理机匣自循环通道内流体经回流环槽 4、导流环槽 3,从抽吸环槽 2 射出。回流环槽 4 使入口周向上流动相通,从而使压气机入口流动均匀性增加,削弱了入口激波;抽吸环槽 2 的射流使流通能力增强,从而拓展了堵塞边界。但是,由于近堵塞工况抽吸动力不足,故该处理机匣对堵塞边界的扩展没有对失速边界的扩展明显。

[0024] 以下为针对某一具体尺寸的离心压气机,采用本发明基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣以提高离心压气机稳定工作范围的实例。

[0025] 自循环通道的结构参数为: $S_r = 5\text{mm}$, $S_f = 15\text{mm}$, $b_f = 10\text{mm}$, $h_b = 8\text{mm}$, $b_b = 13\text{mm}$, 定义初始角度 $\theta = 0^\circ$, 根据数值仿真得到的主流叶片前缘激波位置确定最优 b_r 分布如图 5 所示。

[0026] 图 6a 和图 6b 是采用变开槽宽度的非对称自循环处理机匣与开槽宽度在圆周方向

上一致的轴对称自循环处理机匣以及无机匣处理的离心压气机性能对比曲线。通过性能对比,可知采用本发明基于变开槽宽度的离心压气机非对称自循环处理机匣相对于无机匣处理,以及采用开槽宽度在圆周方向上一致的离心压气机轴对称自循环处理机匣可较大地提高离心压气机的稳定工作范围,同时维持效率基本不变。

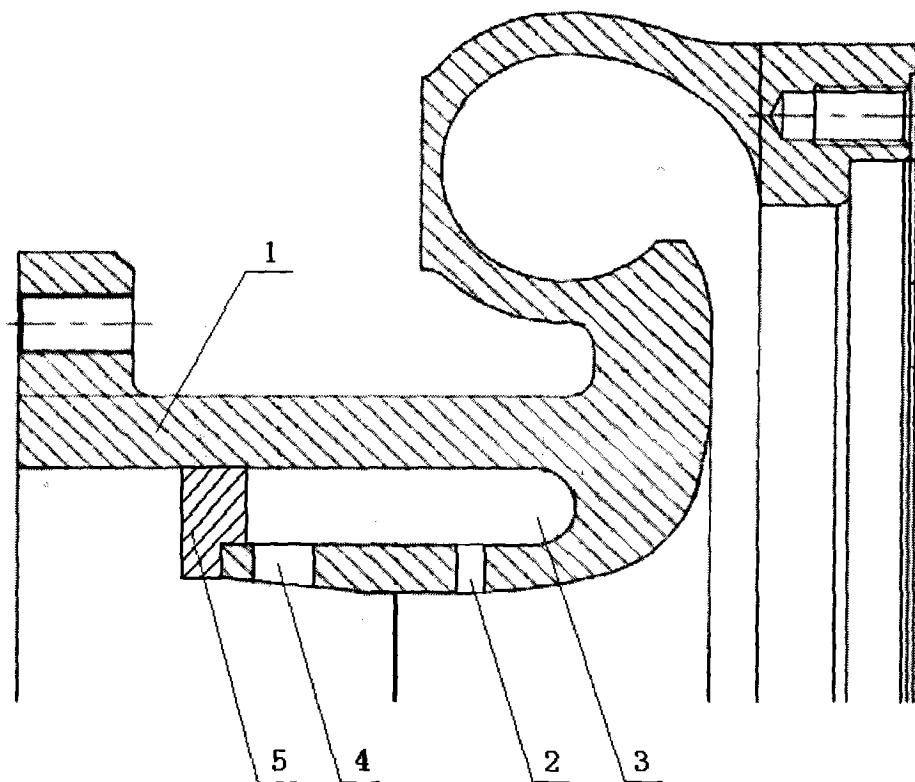


图 1

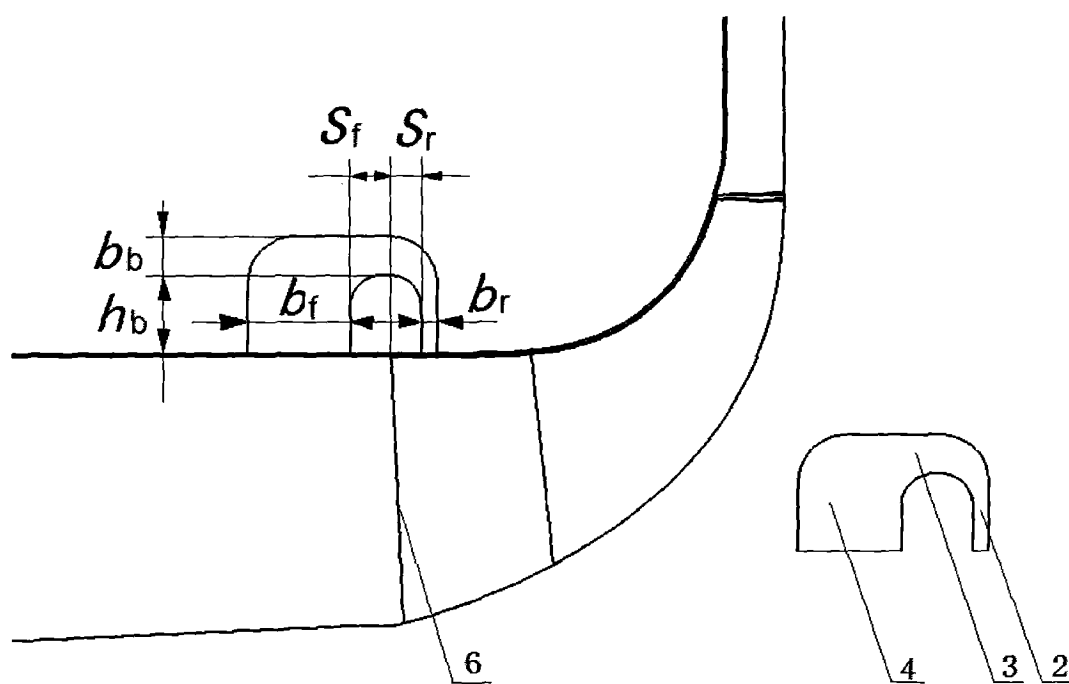


图 2

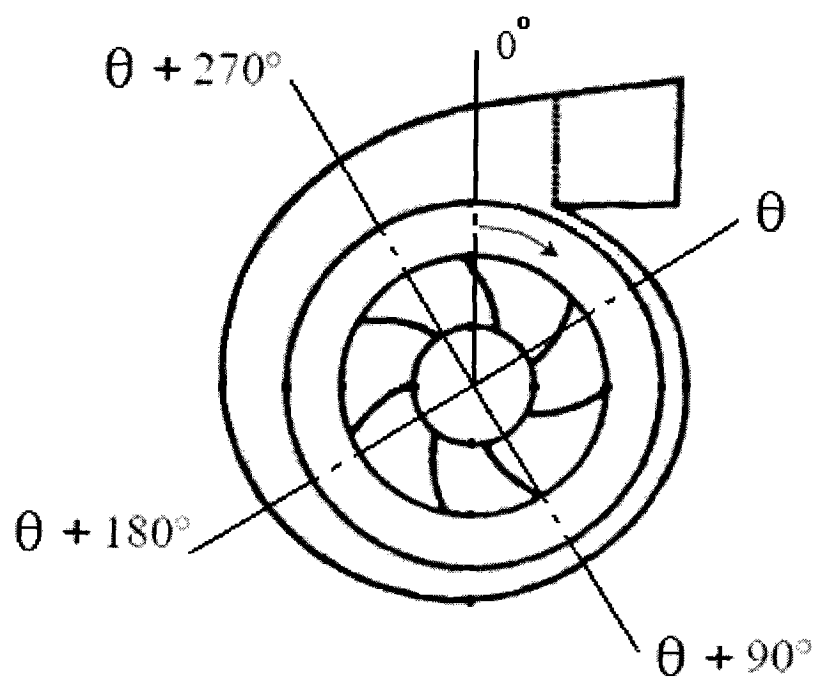


图 3

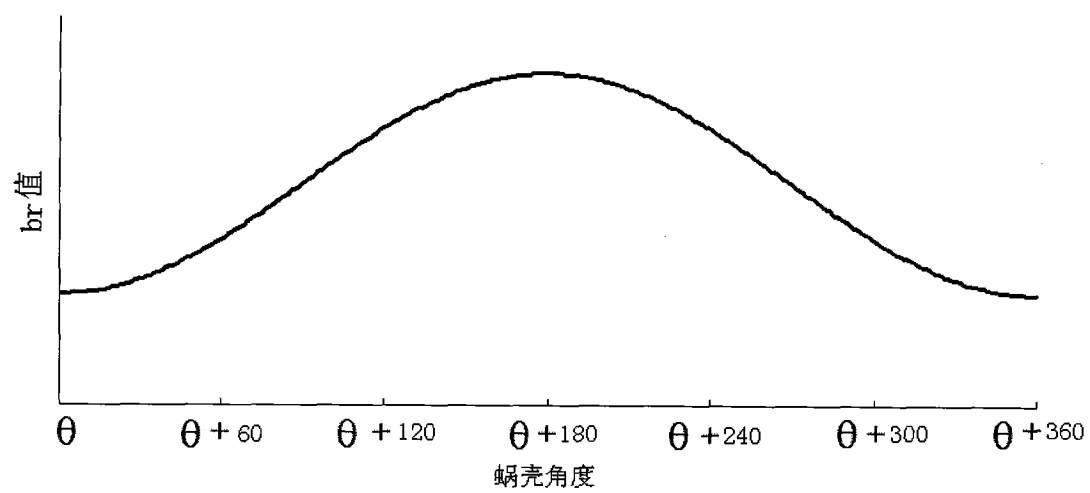


图 4

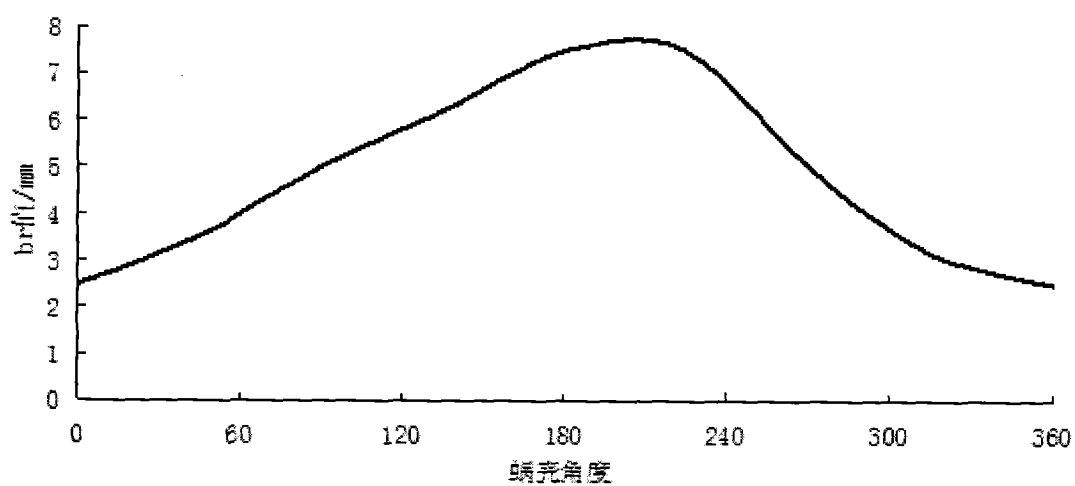


图 5

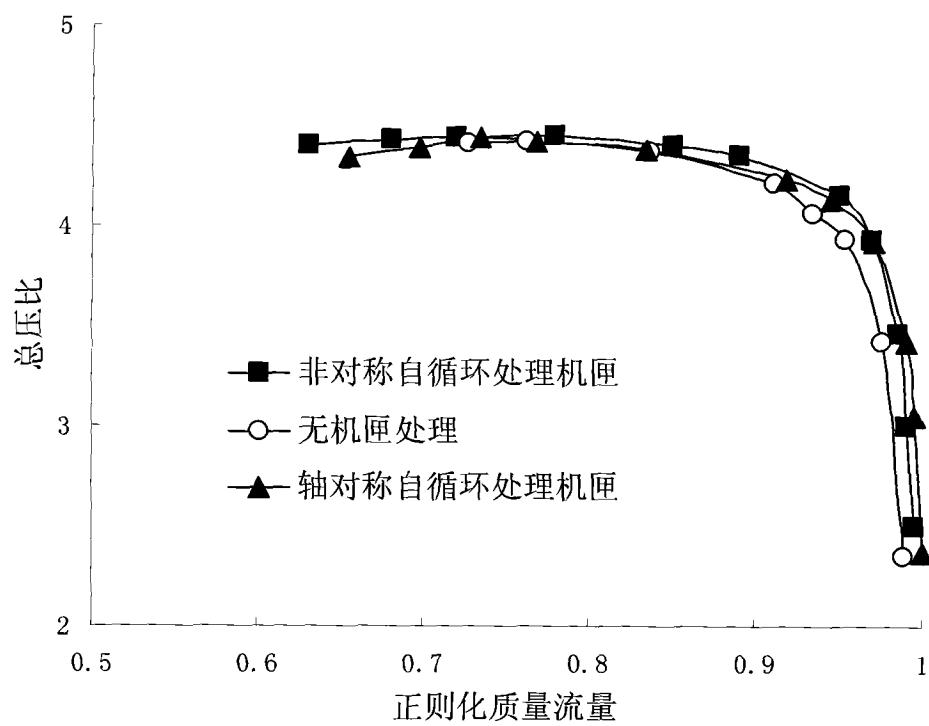


图 6a

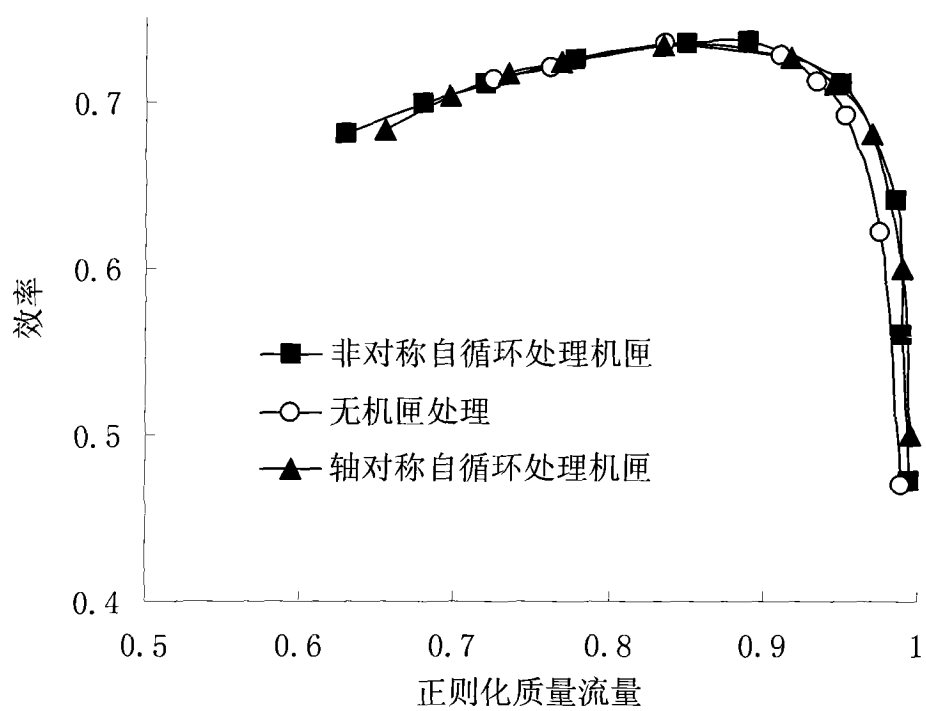


图 6b