



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104819015 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201510157913. 9

(22) 申请日 2015. 04. 03

(73) 专利权人 东南大学

地址 210018 江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号

(72) 发明人 许万军 杨建刚 李新阳

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 肖念

(51) Int. Cl.

F01D 11/08(2006. 01)

F04D 29/08(2006. 01)

审查员 张磊洋

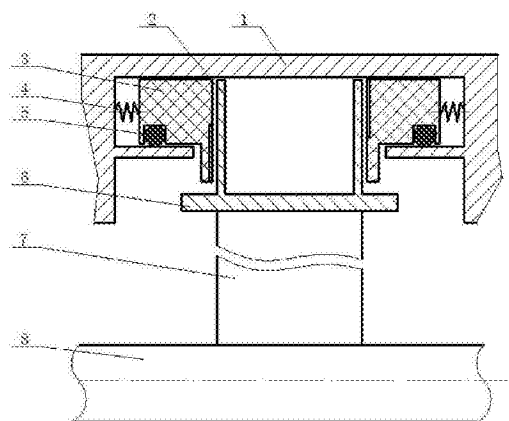
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

自适应动压气膜复合叶尖密封装置及其密封方法

(57) 摘要

本发明公开了一种自适应动压气膜复合叶尖密封装置,包括转轴、设在转轴上的动叶、设在动叶上的围带、设在围带上的动环(梳齿密封齿)、气缸以及设在气缸内的静环;所述静环通过弹簧固定在气缸内壁,静环下方设有一密封圈与气缸内壁实现气膜密封,静环与动环之间为间隙配合。本发明转速越高、压差越大,气膜越容易形成,特别适用于高压差、高转速、高温环境下的叶轮机械,叶尖间隙具有自适应跟踪轴向扰动变化能力,气膜间隙只有常规梳齿密封间隙的 5% ~ 10% 左右,泄漏量小,能够提高叶轮机械的效率及稳定性。



1. 一种基于自适应动压气膜复合叶尖密封装置的密封方法, 其特征在于: 所述自适应动压气膜复合叶尖密封装置, 包括转轴、设在转轴上的动叶、设在动叶上的动环、设在动环下方的围带、气缸以及设在气缸内的静环; 所述静环通过弹簧固定在气缸内壁, 静环下方设有一密封圈与气缸内壁实现气膜密封, 静环与动环之间为间隙配合;

利用围带上动环的端面与静环配合实现自适应气膜密封, 工作状态, 转轴向一个方向膨胀, 弹簧被压缩, 动环和静环之间形成自适应气膜密封与梳齿密封同时抑制泄漏流; 启动和关闭状态, 梳齿密封抑制泄漏流, 气膜密封不起作用。

2. 根据权利要求1所述的基于自适应动压气膜复合叶尖密封装置的密封方法, 其特征在于: 所述静环与动环间隙配合的端面上包括一组螺旋槽、与螺旋槽相间布置的密封台以及密封坝。

3. 根据权利要求1所述的基于自适应动压气膜复合叶尖密封装置的密封方法, 其特征在于: 所述密封圈为O型密封圈。

4. 根据权利要求1所述的基于自适应动压气膜复合叶尖密封装置的密封方法, 其特征在于: 所述动环为梳齿密封齿。

自适应动压气膜复合叶尖密封装置及其密封方法

技术领域

[0001] 本发明属于机械密封领域,具体涉及一种自适应动压气膜复合叶尖密封装置及其密封方法,适用于透平机械、压缩机等叶轮机械,特别适用于工作在高压差、高转速、高温环境下的叶轮机械。

背景技术

[0002] 叶轮机械(蒸汽/燃气透平、航空发动机、压缩机等)动叶与缸壁之间存在相对运动,为避免摩擦,两者之间必须留有一定间隙。介质在叶片通道内流动时,从压力面到吸力面的压差促使一部分流体流进叶顶间隙,形成泄漏流。射流涡、工质在叶顶和端壁壁面处的摩擦以及混合使得工质熵增大,造成工质做功能力降低。泄漏流在沿着叶片吸力面的角落处形成干涉主流流动的泄漏涡,引起下游的不稳定性,增大叶片换热的复杂性以及气动损失。泄漏流和泄漏涡还会产生流体激振力,对叶轮机械的安全运行产生很大危害。

[0003] 为了减小泄漏流的危害,人们在传统叶尖梳齿密封基础上提出了很多新的密封型式,如:蜂窝、刷式、柔片、指尖密封等,并取得了一定的效果,尽管如此,这些密封型式普遍存在低泄漏量和高耐磨性之间的矛盾,无法满足叶轮机械在越来越复杂的工作环境下,对气动性能和密封部件性能、寿命的苛刻要求。随着透平、发动机技术的发展,叶尖密封的工作环境越来越恶劣,呈现“三高”的典型特征,即:高压差、高转速和高温环境。例如,汽轮机高压区介质压力达到24 MPa~28 MPa,叶尖处相对滑移速度达到300 m/s以上,这对密封的性能提出了极高要求。改进优化叶尖密封或提出新叶尖密封方法进一步抑制泄漏流,是推动叶轮机械发展的重要手段。

发明内容

[0004] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种自适应动压气膜复合叶尖密封装置及其密封方法。

[0005] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明的一种自适应动压气膜复合叶尖密封装置,包括转轴、设在转轴上的动叶、设在动叶上的动环、设在动环下方的围带、气缸以及设在气缸内的静环;所述静环通过弹簧固定在气缸内壁,静环下方设有一密封圈与气缸内壁实现气膜密封,静环与动环之间为间隙配合。

[0006] 进一步地,所述静环与动环间隙配合的端面上包括一组螺旋槽、与螺旋槽相间布置的密封台以及密封坝。气膜密封静环开设有螺旋形凹槽与密封台和密封坝配合,用于提高气膜刚度及静环跟随性。

[0007] 进一步地,所述密封圈为O型密封圈。

[0008] 进一步地,所述动环为梳齿密封齿。

[0009] 本发明提供的一种自适应动压气膜复合叶尖密封方法,利用围带上动环的端面与静环配合实现自适应气膜密封,工作状态,转轴向一个方向膨胀,弹簧被压缩,动环和静环之间形成自适应气膜密封与梳齿密封同时抑制泄漏流;启动和关闭状态,梳齿密封抑

制泄漏流,气膜密封不起作用。

[0010] 自适应动压气膜复合叶尖密封方法,包括气膜密封和梳齿密封两部分,结构包括:围带上的梳齿密封齿,与密封齿配合的静环,设在气缸与静环的柔性弹簧及O型密封圈。利用围带上梳齿密封齿的端面与静环配合实现自适应气膜密封。工作状态,气膜密封与梳齿密封同时抑制泄漏流;启动和关闭状态,梳齿密封抑制泄漏流,气膜密封不起作用。

[0011] 气膜密封组件在梳齿密封两端对称安装,工作时转轴向一个方向膨胀,则对应侧的气膜密封起作用。当出现异常情况,如甩负荷、水击等情况,转轴向另一个方向膨胀,则对应侧的气膜密封起作用。冷态时,动叶位于气缸中部,气膜密封动静环之间预设间隙,不存在摩擦及开启力。

[0012] 有益效果:本发明相对于现有技术而言,具备以下优点:

[0013] (1)转速越高、压差越大,气膜越容易形成,特别适用于高压差、高转速、高温环境下的叶轮机械。

[0014] (2)叶尖间隙具有自适应跟踪轴向扰动变化能力,气膜间隙只有常规梳齿密封间隙的5%~10%左右,泄漏量小,能够提高叶轮机械的效率及稳定性。

[0015] (3)同时复合了梳齿密封和气膜密封的功能。机组启、停机阶段,可以依靠梳齿密封起作用;机组正常运行阶段,气膜密封和梳齿密封同时起作用,气膜密封作用更突出。

附图说明

[0016] 图1是本发明自适应动压气膜复合叶尖密封结构图。

[0017] 图2是本发明静环气膜面展开结构图。

[0018] 其中:1是气缸,2是梳齿密封齿(动环),3是静环,4是弹簧,5是O型密封圈,6是围带,7是动叶,8是转轴,9是螺旋槽,10是密封台,11是密封坝。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0020] 如图1和图2所示,自适应动压气膜复合叶尖密封结构包括:转轴8和动叶7,围带6上设有动环(梳齿密封齿)2,静环3与动环2的端面配合形成气膜,气缸1与静环3设有弹簧4和O型密封圈5,静环3开设有螺旋槽9、密封台10和密封坝11。

[0021] 冷态下,动叶7位于气缸1中部,弹簧4处于自由状态,两端密封动静环之间预设有一定间隙。采取这种设计,密封工作时无需开启力。启动初期,转速较低,轴向间隙较小,动静环之间的间隙较大,主要依靠中间梳齿密封齿2来实现常规密封。启动后,假设热态下转轴8相对气缸1向左侧膨胀,弹簧4被压缩,因为左侧动环2和静环3之间的间隙变小,流体动压效应随端面间隙的减小而迅速增大,左侧端部气膜密封开始起作用。气膜顶升力和弹簧力达到平衡后,左侧密封环达到平衡工作点。高压气流经左侧端部气膜密封后喷射进入中间密封腔,在腔内膨胀耗散,经右侧梳齿密封齿2节流后,由右侧端部密封气膜间隙射出。此状态下,左侧端部气膜和中间梳齿密封同时发挥作用。停机过程中,转轴8相对气缸1向右侧膨胀,左侧端部气膜密封逐步失效,依靠中间梳齿2来密封。异常工况下,如发生甩负荷、水击等事故,转轴8轴向位移可能会出现较大负偏差,此时可以依靠中间梳齿密封和右侧端部气膜来密封。

[0022] 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,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

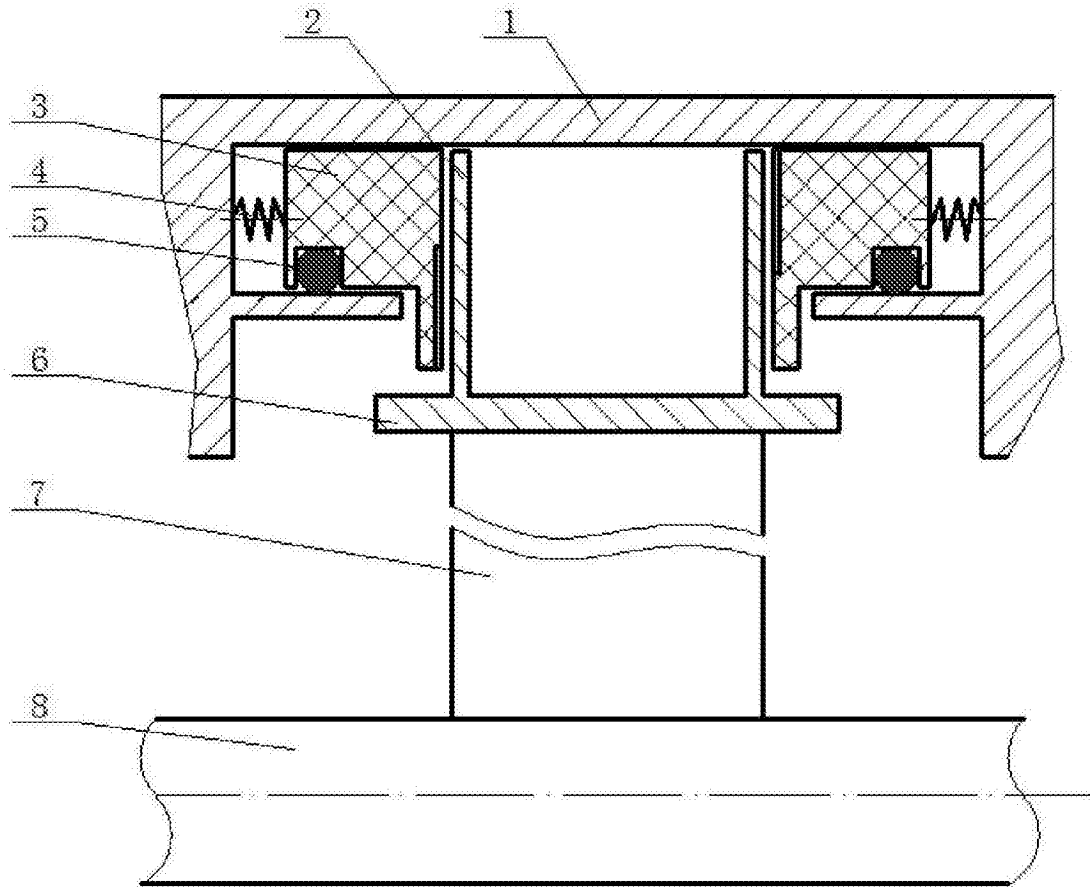


图1

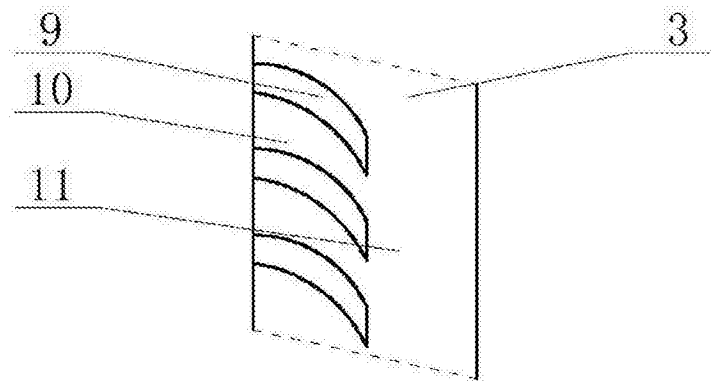


图2