(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103591128 B
(45)授权公告日 2016.03.30

(21)申请号 201310497751.4

(22)申请日 2013.10.21

(73)专利权人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 赖天伟 侯予 陈双涛 赵红利 马斌

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 汪人和

(51)Int.Cl.
F16C 17/03(2006.01)
F16C 33/04(2006.01)

(56)对比文件
JP 2011074805 A,2011.04.14,
JP 2011074805 A,2011.04.14,
JP S5837312 A,1983.03.04,
CN 101571163 A,2009.11.04,
CN 2245690 Y,1997.01.22,
US 5772335 A,1998.06.30,

审查员 黄玉清

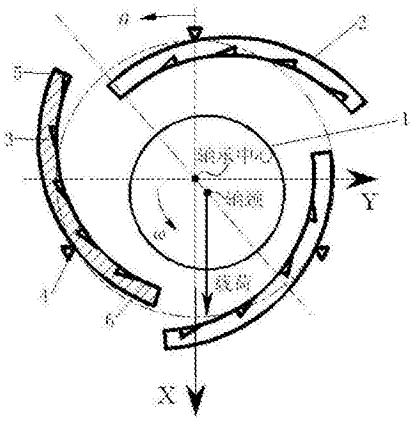
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承

(57)摘要

本发明公开了一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，包括：主轴以及设置于主轴外侧的若干个径向可倾瓦块，其中，每个径向可倾瓦块靠近主轴侧均开设有若干条人字形沟槽，形成开槽区域。由于在径向可倾瓦块上均开设有若干条人字形沟槽，在旋转机械启动阶段，由于瓦块与轴颈之间相对速度较小，尚未形成有效的动压，现有技术中，采用光滑内表面瓦块，该瓦块前端容易与轴颈接触并产生磨损，而新型结构中瓦块前端的沟槽能够在瓦块与轴颈接近时形成动压楔和旋转力矩，有利于动压气膜的形成。



CN 103591128 B

1. 一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，其特征在于，包括：主轴 (1) 以及设置于主轴 (1) 外侧的若干个径向可倾瓦块 (2)，其中，每个径向可倾瓦块 (2) 靠近主轴 (1) 侧均开设有若干条微米级深度的人字形沟槽 (3)，形成开槽区域；人字形沟槽 (3) 的开槽方向与轴颈的转动方向相反。

2. 根据权利要求 1 所述的具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，其特征在于，所述人字形沟槽 (3) 的截面为圆弧形、三角形或阶梯型。

3. 根据权利要求 1 所述的具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，其特征在于，所述人字形沟槽 (3) 通过蚀刻形成。

4. 根据权利要求 1 所述的具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，其特征在于，所述径向可倾瓦块 (2) 的外侧表面设置有枢轴 (4)。

5. 根据权利要求 1 所述的具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，其特征在于，所述径向可倾瓦块 (2) 的前端为楔形沟槽 (5)。

6. 根据权利要求 1 所述的具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，其特征在于，所述径向可倾瓦块 (2) 的末端与开槽区域之间设置为台区域 (6)。

一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承

技术领域

[0001] 本发明属于机械设计中的动压轴承领域，尤其涉及一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承。

背景技术

[0002] 动压轴承利用摩擦副之间的相对运动和流体的粘性作用，将外部工作流体带入到楔形空间形成动压承载力。随着相对运动速度的增加，动压效果愈加明显，因此动压轴承在高速和超高速旋转机械中应用广泛。相对于静压轴承，动压轴承转子系统不需要额外的供气或者供油系统，所以系统相对简单。按照载荷方向的不同，可以划分为径向轴承和止推轴承。按照轴承面的形状，常用的动压径向轴承又可以划分为：圆柱平面、人字形沟槽、可倾瓦、箔片径向轴承等。

[0003] 通常情况下，由于流体粘性的存在，在具有偏心率的光滑圆柱轴承摩擦副表面之间能够形成一定的动压效应。动压气体轴承的主要问题在于稳定性较差和承载力较低，这两点成为其工程应用中的主要技术瓶颈。为了提高刚性表面圆柱平面径向轴承的稳定性和承载力，从加工的角度考虑通常在轴颈上蚀刻有微米级人字形沟槽，借助人字形沟槽的泵气效应和阶梯效应能够实现承载力和稳定性的提高。其原因在于，泵气效应可以提高轴承内部润滑气膜的刚度，阶梯效应能够提高气膜的阻尼特性从而抑制半速涡动的发生，具有较好的抗震和稳定性。并且，在偏心率变化范围内，人字形沟槽轴承的承载力比圆柱轴承承载力的变化小，工况运行更加平稳。在较大偏心率下，人字形沟槽轴承的承载力与圆柱轴承的承载力相当。基于人字形沟槽径向轴承的上述优点，该种轴承适用于小型、轻载和旋转精度要求较高的机械，例如激光反射镜和陀螺仪等。

[0004] 可倾瓦动压径向轴承技术发展较为成熟，通常采用若干瓦块作为径向承载元件，各个瓦块沿周向均布。每个瓦块与轴之间均形成动压气膜，产生动压压力场，用于产生支撑载荷。当高速旋转轴的轴心位置发生改变时，瓦块以支点为中心做摆动，可以更好地适应载荷变化，因此具有较好的适应性。瓦块本身具有一定的柔韧性，当瓦块表面有较大动压压力场时，瓦块会随着压力场产生弹性变形，以适应载荷的变化。可倾瓦轴承具有较好的装配特性和抗不对中特性，减少了安装精度要求，具有较好的吸震能力，能够适应受力变形和热变形，稳定性高的优点。然而，可倾瓦动压轴承相比于刚性表面轴承，承载力较低。并且，在高速运转过程中，瓦块摆动角度过大有可能会导致瓦块前缘与转轴发生擦碰。

[0005] 在高速和超高速透平旋转机械中，高可靠性和稳定性是轴承－转子系统的重要指标。对于光滑表面可倾瓦轴承，当瓦块前缘与轴颈距离较近时，瓦块与轴颈之间的气膜间隙会由渐缩形状过渡到渐扩形状，动压效应消失，引起轴承的失效。

发明内容

[0006] 针对上述缺陷或不足，本发明提供了一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承。

[0007] 为达到以上发明目的，本发明的技术方案为：

[0008] 包括：主轴以及设置于主轴外侧的若干个径向可倾瓦块，其中，每个径向可倾瓦块靠近主轴侧均开设有若干条人字形沟槽，形成开槽区域。

[0009] 所述人字形沟槽的截面为圆弧形、三角形或阶梯型。

[0010] 所述人字形沟槽通过蚀刻形成。

[0011] 所述径向可倾瓦块的外侧表面设置有枢轴。

[0012] 所述径向可倾瓦块的前端为楔形沟槽。

[0013] 所述径向可倾瓦块的末端与开槽区域之间设置为台区域。

[0014] 与现有技术比较，本发明的有益效果为：

[0015] 1、本发明提供了一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，由于在径向可倾瓦块上均开设有若干条人字形沟槽，在旋转机械启动阶段，由于瓦块与轴颈之间相对速度较小，尚未形成有效的动压，现有技术中，采用光滑内表面瓦块，该瓦块前端容易与轴颈接触并产生磨损，而新型结构中瓦块前端的沟槽能够在瓦块与轴颈接近时形成动压楔和旋转力矩，有利于动压气膜的形成；在正常运转时，瓦块圆弧与轴颈表面能够形成动压间隙，同时人字形沟槽结构能够产生泵气效应和阶梯效应，轴承的承载力和静态刚度会有所提高。

[0016] 2、在高速和超高速运行过程中，如果轴瓦摆动幅度较大，可倾瓦圆弧与轴颈表面之间的动压楔有可能会消失，常规的光滑内表面瓦块前端容易与轴颈发生碰撞导致轴承失效，而新型结构中瓦块前缘的沟槽能够在瓦块前缘与轴颈接近时形成动压楔和回复力矩，可以有效防止瓦块的擦碰和轴承的失效。

[0017] 3、可倾瓦块表面上压力场后部压力较高，表面开槽的新型结构尤其是瓦块后缘的台区能够减少后部高压流体的泄漏。

[0018] 4、高速旋转机械中，在瓦块表面开槽能够保证光轴加工精度，光轴比人字形沟槽轴具有更好的转子动力学特性。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承结构示意图；

[0020] 图 2 是可倾瓦动压径向轴承瓦瓦块表面的形状对比，图 a）为光滑表面瓦块，图 b）为人字形沟槽瓦块；

[0021] 图 3 是本发明具有人字形沟槽表面的径向可倾瓦块表面人字槽切面的形状，图 a）为圆弧形槽，图 b）为三角形槽，图 c）为等深度阶梯槽。

[0022] 图中，1 为主轴，2 为径向可倾瓦块，3 为人字形沟槽，4 为枢轴，5 为瓦块前端的楔形沟槽，6 为径向可倾瓦块后端的台区域。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明做详细描述。

[0024] 参考图 1 所示，本发明提供了一种具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承，包括：主轴 1 以及设置于主轴 1 外侧的若干个径向可倾瓦块 2，其中，每个径向可倾瓦块 2 靠近主轴 1 侧均开设有若干条人字形沟槽 3，形成开槽区域，且径向可倾瓦块 2 的外侧表面

设置有枢轴 4，可倾瓦块 2 的前缘设置有楔形沟槽 5，可倾瓦块 2 的后缘保留未开槽的台区域 6。其中，人字形沟槽 3 的截面为圆弧形、三角形或阶梯型。本发明中的可倾瓦径向轴承瓦块内表面通过蚀刻或者其他加工工艺形成的人字形沟槽，该种形式的可倾瓦轴承除了能够在瓦块圆弧与轴颈之间形成动压之外，人字形沟槽结构还能够产生额外的泵气效应和阶梯效应，从而提高可倾瓦径向轴承的承载力和稳定性，并且该种结构形式的轴承具有较好的装配性；所述径向可倾瓦块 2 的前端为楔形结构，同时，开槽区域与瓦块后缘具有一定距离，即瓦块后缘处为台区，从而维持瓦块上的有效动压区域；需要说明的是，本发明中所采用的工质可以是气体也可以是液体。

[0025] 下面以采用 3 个径向可倾瓦块 2 为例进行说明：在主轴 1、枢轴 4 和在轴外侧均布有三组径向可倾瓦块 2，径向可倾瓦块 2 可以随着载荷的变化在枢轴 4 上摆动，径向可倾瓦块 2 的特点是，在可倾瓦轴承的径向可倾瓦块 2 内表面上加工若干条微米级深度的人字形沟槽 3。在径向可倾瓦块 2 的前缘，加工一个具有一定深度的楔形沟槽 5。同时，在径向可倾瓦块 2 后缘保留一定的未开槽的台区域 6，即开槽区域到瓦块后缘具有一定距离。其中，径向可倾瓦块 2 表面上的人字形沟槽 3 沿周向也可以具有不同的开槽深度。

[0026] 本发明具有较好的静态、动态特性和装配性。通常可倾瓦轴承中，径向可倾瓦块内半径要略大于主轴半径，以利于在升速和降速过程中，主轴 1 与径向可倾瓦块之间形成动压间隙。并且为了提高动压效应，一般情况下需要提供适当的预载荷。采用该种新型瓦块的可倾瓦轴承，能够在轴与径向可倾瓦块表面贴合的情况下形成动压。本发明的径向可倾瓦块适用于轴半径小于瓦块半径的场合，同时也适用于轴与瓦块半径完全一致的场合，即转轴停止转动的时候径向可倾瓦块与轴完全贴合，其启动过程中人字形沟槽与轴之间的动压楔形仍然能够产生动压压力场。因此使用该种瓦块的轴承安装过程更加简单，具有更好的适应性。并且，人字形沟槽瓦块的前缘形成的动压楔能够有效防止瓦块与转轴的擦碰。

[0027] 参见图 1 所示，具有人字形沟槽表面的可倾瓦动压径向轴承中，由于每一个径向可倾瓦块 2 绕枢轴 4 会发生摆动，即径向可倾瓦块 2 自身与主轴间都存在动压气膜，因此每一个径向可倾瓦块 2 上均有动压存在，另外，由于人字槽的存在，会形成局部的楔形间隙和局部的动压效应。每一个径向可倾瓦块 2 上的承载力大小直接决定着总的轴承承载力。位于主轴上端的径向可倾瓦块载荷方向向下，其余两个径向可倾瓦块载荷的合力方向向上，因此三个径向可倾瓦块上的合力－即轴承的承载力势必会减小。由于三个径向可倾瓦块对称分布，轴颈在轴承中心附近摆动时，相对于三个瓦块的位置关系变化不大，因此稳定性很高。

[0028] 参见图 2，现有技术中通常采用的可倾瓦瓦块表面为光滑表面，如图中 2a）所示，光滑瓦块表面与轴颈形成的动压仅仅是楔形流体形成的动压。本发明中的可倾瓦动压径向轴承，如图 2b）所示，在径向可倾瓦块表面开有人字形沟槽，能够结合上述楔形流体动压以及人字形沟槽的泵气效应和阶梯效应。在高速旋转机械中，瓦块前缘易与轴颈发生擦碰。人字形沟槽可倾瓦前缘的槽能够在较小间隙下仍然产生动压，从而减少或避免擦碰的发生，提高了轴承的稳定性和可靠性。

[0029] 参见图 3，径向可倾瓦块上人字形沟槽的形状可以有不同的类型。图 a)为圆弧形，图 b)为三角形，图 c)为等深度阶梯。当瓦块与轴颈表面距离较近时，径向可倾瓦块前缘的人字形沟槽与轴颈表面能够形成动压楔，防止瓦块与轴颈表面的磨损和碰撞，能够有效提

高轴承的可靠性。瓦块后缘为未开槽的台区域，能够有效保护瓦块上形成的流体动压，从而有效地提高轴承的承载力。

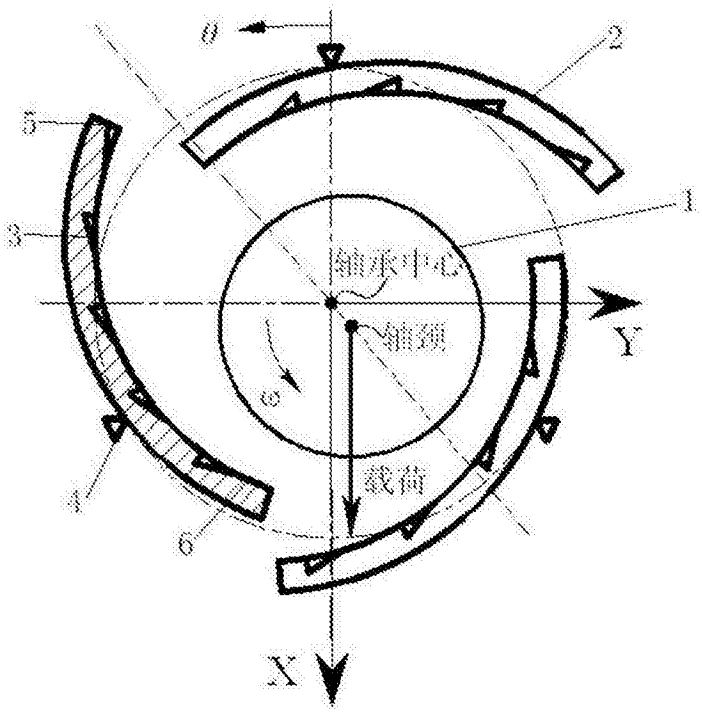
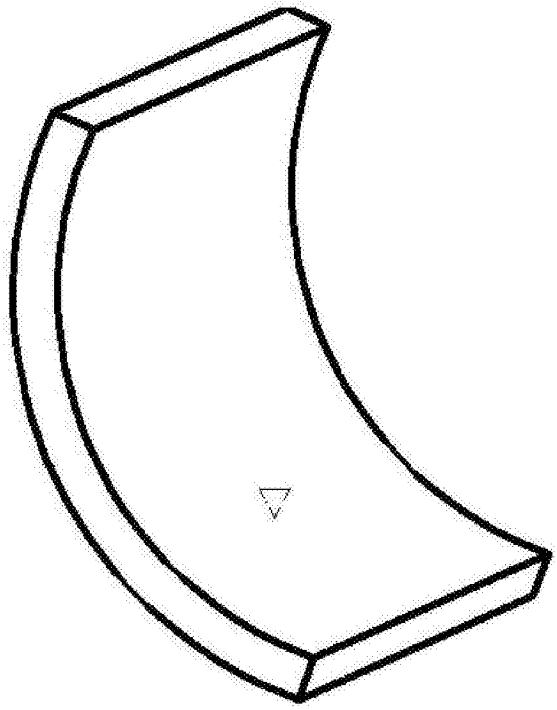
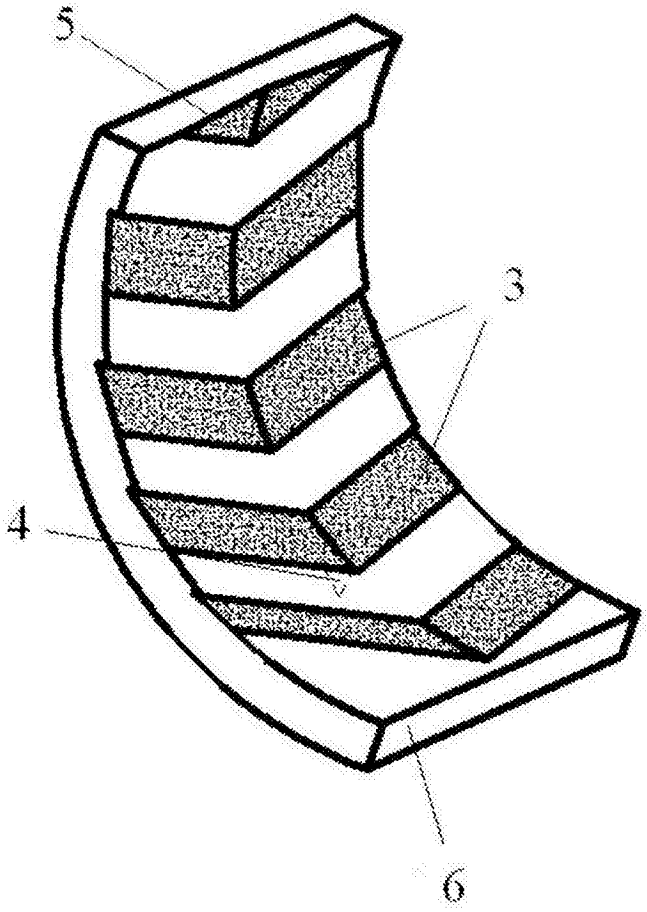


图 1



(a)



(b)

图 2

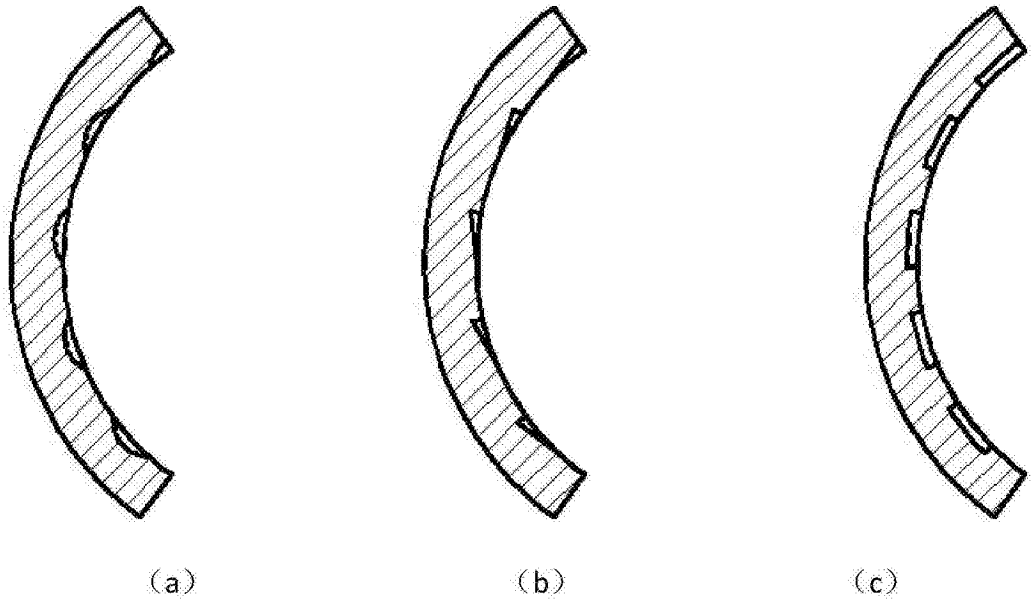


图 3