



(10) 授权公告号 CN 114275137 B

(45) 授权公告日 2022.09.30

(21) 申请号 202111544967.2

(22) 申请日 2021.12.16

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114275137 A

(43) 申请公布日 2022.04.05

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 梁天雄 王赞 梁宁 曹琳琳

杨帅 吴大转

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司

33200

专利代理师 贾玉霞

(51) Int.Cl.

B63H 23/32 (2006.01)

B63H 11/08 (2006.01)

F04D 3/00 (2006.01)

F04D 29/043 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 203094425 U, 2013.07.31

CN 106945810 A, 2017.07.14

CN 106762804 A, 2017.05.31

JP H10194197 A, 1998.07.28

JP 2001122191 A, 2001.05.08

KR 20170104856 A, 2017.09.18

王小二等. 喷口轴向长度对喷水推进器性能影响的研究.《船海工程》.2014, (第06期),

张岩等. 喷水推进装置轴系设计技术探讨.《船舶》.2010, (第06期),

审查员 卓嘉成

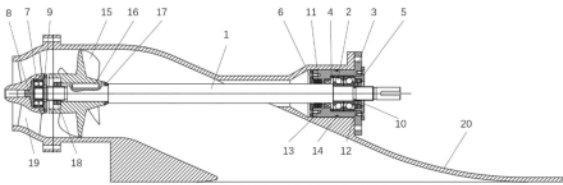
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构

(57) 摘要

本发明公开一种用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其包括主轴、叶轮、支撑组件、密封组件;支撑组件包括安装在主轴前端的滚动轴承组、前轴承座、前填料盖板、前油封盖板,和安装在主轴后端的调心球轴承、后底板、后盖板;滚动轴承组包括两个背靠背配置的角接触球轴承,用于承受轴向负荷与径向负荷,并作为主轴的支撑;角接触球轴承的内圈通过锁紧螺母安装在主轴一侧,角接触球轴承外圈安装在前轴承座中;前轴承座安装在喷水推进器的进水流道上预留的出轴孔处;后底板、后盖板分别安装在调心球轴承的两侧,用于固定调心球轴承的轴向位置。本发明结构紧凑,兼顾运行稳定性与高转速、高功率。



1. 一种用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其特征在于,该轴系结构包括主轴、叶轮、支撑组件、密封组件;

所述主轴通过联轴器与上级动力输出轴连接,在驱动动力作用下旋转;

所述叶轮通过键连接在所述主轴上,且所述叶轮两端分别通过轴套和锁紧螺母进行锁定;所述叶轮跟随所述主轴旋转并产生稳定的工作水流,进而产生推力;

所述支撑组件包括安装在所述主轴前端的滚动轴承组、前轴承座、前填料盖板、前油封盖板,以及安装在所述主轴后端的调心球轴承、后底板、后盖板;

所述滚动轴承组包括两个背靠背配置的角接触球轴承,用于承受轴向负荷与径向负荷,并作为所述主轴的支撑;所述角接触球轴承的内圈通过锁紧螺母安装在所述主轴的一侧,所述角接触球轴承的外圈安装在所述前轴承座中;所述前轴承座安装在喷水推进器的进水流道上预留的出轴孔处;

所述后底板、后盖板分别安装在所述调心球轴承的两侧,用于固定所述调心球轴承的轴向位置;

所述密封组件用于隔绝所述前轴承座腔内的润滑油工作介质和腔外的水,其具体包括前油封、后油封和密封填料,所述前油封、后油封安装在所述前轴承座中,且分别位于所述滚动轴承组的两侧,用于防止润滑油离开轴承座腔体;所述密封填料位于所述前轴承座中,防止水进入轴承座腔体;所述前油封盖板、前填料盖板分别安装在所述前轴承组前、后两侧,分别用于固定所述前油封、密封填料;

所述滚动轴承组采用油润滑和冷却;

所述前轴承座内加工有添加润滑油的暗流道,连接外部的润滑油油箱,进而通过进出油口高度差、流量和压力控制使得润滑油可以在所述前轴承座的密闭系统内循环流动,并保持润滑油在滚动轴承组工作时始终浸没轴承腔的40%。

2. 根据权利要求1所述的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其特征在于,所述主轴为实心长主轴,且材料使用3Cr13,所述主轴加工后使用表面渗氮工艺处理。

3. 根据权利要求1所述的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其特征在于,所述调心球轴承采用陶瓷材料。

4. 根据权利要求1所述的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其特征在于,所述调心球轴承位于所述喷水推进器的导叶体轮毂内,用作所述主轴的支撑。

5. 根据权利要求1所述的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其特征在于,对所述叶轮进行锁定的锁紧螺母为成对使用的防松圆螺母。

6. 根据权利要求1所述的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其特征在于,所述叶轮有4个叶片。

7. 根据权利要求1所述的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,其特征在于,所述填料密封采用聚四氟乙烯软密封。

一种用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构

技术领域

[0001] 本发明涉及流体机械和机械传动领域,具体涉及一种用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构。

背景技术

[0002] 在轴流式喷水推进器中,轴系结构的主要功能是传递驱动机(包括电动机、柴油机等)的动力驱动叶轮旋转,使旋转的叶轮叶片对工作介质(通常为水)产生推和挤的作用,介质被吸入和压出,进而产生推力。如图1所示,喷水推进器驱动轴系通常由驱动法兰(或联轴器)、主轴、前密封装置、前轴承组、叶轮、后轴承组、后密封装置等构成,属于双点式支承结构。这些组件结构较复杂、尺寸较大,更适用于大型喷水推进器。但是,该类轴系结构在面向小尺寸紧凑型轴流式喷水推进器(尤其是对轴系工作性能有较高要求的)时,往往不能较好的适应与应用,通常表现为:

[0003] (1) 前密封装置体积大、轴向长度长,在小型喷水推进器的进水流道中难以布置,需向内或向外占据空间,对喷水推进器的性能产生影响:向内占据泵流道空间。引起较大的流道性能损失;向外需要增设相应结构,不利于整体结构强度、不利于体积小型化与减重。

[0004] (2) 小型喷水推进器的叶轮和导叶轮毂的最大直径通常较小,而主轴最小直径受强度的严格限制不能过小,在这种情况下,后轴承组与后密封装置的体积往往超过轮毂允许空间,导致安装不下。

[0005] (3) 紧固件安装壁厚与强度不能满足要求,易损坏等。

[0006] 目前已有的一些针对小尺寸轴流式喷水推进器的轴系结构,一部分采用更简易的单点式支承结构的悬臂梁式设计,该既有设计在高速运行时极易产生震颤、擦碰等不利于喷水推进器平稳运行的现象;另一部分采用主轴-轴套式设计,该既有设计虽然属于双点式支撑结构,但同时限制了主轴最大直径,否则将会占据大量流道内部空间导致性能受损,不适合高转速、高功率的紧凑型喷水推进器。

发明内容

[0007] 针对现有的喷水推进器驱动轴系无法适用于小型紧凑型轴流式喷水推进器或者悬臂梁式的驱动轴系不利于喷水推进器平稳运行的不足,本发明针对高转速、高功率的紧凑型喷水推进器,设计了一套尺寸小巧、空间占用小、重量轻便,对流道性能无较大影响,且具有较高强度和运行稳定性的轴系结构。与现有方案相比,本发明的最大优势是兼顾了运行稳定性与喷水推进器的高转速、高功率性能指标,即适用的喷水推进器性能范围更广泛(对应高功率、高转速)。

[0008] 本发明的目的通过如下的技术方案来实现:

[0009] 一种用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构,该轴系结构包括主轴、叶轮、支撑组件、密封组件;

[0010] 所述主轴通过联轴器与上级动力输出轴连接,在驱动动力作用下旋转;

[0011] 所述叶轮通过键连接在所述主轴上,且所述叶轮两端分别通过轴套和锁紧螺母进行锁定;所述叶轮跟随所述主轴旋转并产生稳定的工作水流,进而产生推力;

[0012] 所述支撑组件包括安装在所述主轴前端的滚动轴承组、前轴承座、前填料盖板、前油封盖板,以及安装在所述主轴后端的调心球轴承、后底板、后盖板;

[0013] 所述滚动轴承组包括两个背靠背配置的角接触球轴承,用于承受轴向负荷与径向负荷,并作为所述主轴的支撑;所述角接触球轴承的内圈通过锁紧螺母安装在所述主轴的一侧,所述角接触球轴承的外圈安装在所述前轴承座中;所述前轴承座安装在喷水推进器的进水流道上预留的出轴孔处;

[0014] 所述后底板、后盖板分别安装在所述调心球轴承的两侧,用于固定所述调心球轴承的轴向位置;

[0015] 所述密封组件用于隔绝所述前轴承座腔内的润滑油工作介质和腔外的水,其具体包括前油封、后油封和密封填料,所述前油封、后油封安装在所述前轴承座中,且分别位于所述滚动轴承组的两侧,用于防止润滑油离开轴承座腔体;所述密封填料位于所述前轴承座中,防止水进入轴承座腔体;所述前油封盖板、前填料盖板分别安装在所述前轴承组前、后两侧,分别用于固定所述前油封、密封填料。

[0016] 进一步地,所述主轴为实心长主轴,且材料使用3Cr13,所述主轴加工后使用表面渗氮工艺处理。

[0017] 进一步地,所述滚动轴承组采用油润滑和冷却。

[0018] 进一步地,对所述滚动轴承组内圈进行锁定的锁紧螺母为成对使用的防松圆螺母。

[0019] 进一步地,所述前轴承座内加工有添加润滑油的暗流道,连接外部的润滑油油箱,进而通过进出油口高度差、流量和压力控制使得润滑油可以在所述前轴承座的密闭系统内循环流动,并保持润滑油在滚动轴承组工作时始终浸没轴承腔的40%。

[0020] 进一步地,所述调心球轴承采用陶瓷材料。

[0021] 进一步地,所述调心球轴承位于所述喷水推进器的导叶体轮毂内,用作所述主轴的支撑。

[0022] 进一步地,对所述叶轮进行锁定的锁紧螺母为成对使用的防松圆螺母。

[0023] 进一步地,所述叶轮有4个叶片。

[0024] 进一步地,所述填料密封采用聚四氟乙烯软密封。

[0025] 本发明的有益效果如下:

[0026] (1) 本发明通过简化支撑结构和密封结构,并在轴承座中设计暗流道,通过外接的油箱维持润滑油的循环,克服了现有的支撑结构、密封结构复杂,无法适用于紧凑型轴向结构的缺点。且简化支撑结构、密封结构后,轴系仍然能够有良好的支撑效果和密封效果,滚动轴承组仍然能够获得良好的润滑和冷却效果。

[0027] (2) 本发明的主轴的后端采用后底板和后盖板取代了传统的轴承座的设计,使整个轴系结构更紧凑,且可以适应小尺寸喷水推进器的有限轮毂空间,拆装方便,保持良好的维护性能。

附图说明

- [0028] 图1为典型大型喷水推进器的轴系结构的整体结构示意图；
- [0029] 图2为本发明的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构的整体结构示意图；
- [0030] 图3为主轴前端的局部放大图；
- [0031] 图4为主轴后端的局部放大图；
- [0032] 图5为前轴承座的剖视图。
- [0033] 图中，主轴1、滚动轴承组2、前轴承座3、定位环4、前油封盖板5、前填料盖板6、调心球轴承7、后底板8、后盖板9、锁紧螺母对一10、密封填料11、前骨架油封12、后骨架油封13、密封圈14、叶轮15、平键16、轴套17、锁紧螺母对二18、导叶体19、进水流道20、润滑油暗流道21、润滑油油箱22。

具体实施方式

- [0034] 下面根据附图和优选实施例详细描述本发明，本发明的目的和效果将变得更加明白，应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。
- [0035] 本发明面向紧凑型轴流式喷水推进器，提供了一种传递驱动动力的轴系结构，应用于流体机械和机械传动领域，具体技术方案如下：
- [0036] 如图2所示，本发明的用于紧凑型轴流式喷水推进器的轴系结构具体包括主轴1、滚动轴承组2、前轴承座3、前密封装置、调心球轴承7、后密封装置和叶轮15。
- [0037] 主轴1通过驱动法兰(或联轴器)与上级动力输出轴连接，在驱动动力作用下旋转，用于传递驱动动力；主轴1为一实心长主轴，材料使用3Cr13，加工后使用表面渗氮工艺处理；3Cr13材料机械加工性能良好，经热处理后具有较高的强度、优良的耐腐蚀性能、耐磨性能和抛光性能，再经表面渗氮工艺处理后，可进一步提高主轴1的表面的硬度、耐磨性、疲劳强度、抗咬合性、耐腐蚀性等，有利于保持主轴1在高转速、高功率状态下的工作性能。
- [0038] 滚动轴承组2主要用于承受轴向负荷与径向负荷，并作为主轴1的支承；滚动轴承组2包括一对背对背配置的角接触球轴承；滚动轴承组2通过锁紧螺母对一10将轴承内圈锁紧在主轴1的前端侧，滚动轴承组2的内圈与主轴1之间采用k6的过盈配合；滚动轴承组2的外圈安装在前轴承座3的轴承工作腔中，并采用H7的过盈配合；前轴承座3安装在喷水推进器的进水流道上预留的出轴孔处。背对背配置的轴承组能提供相对较高的悬臂端刚性，且轴受热伸长时不易卡死破坏，适合用于轴承空间小、不宜散热的环境。
- [0039] 由前轴承座3、定位环4、前油封盖板5、前填料盖板6、密封填料11、前骨架油封12、后骨架油封13、密封圈14共同组成本发明方案的前密封装置，如附图3所示，用于隔绝前轴承座3腔内的润滑油工作介质和腔外的水。前骨架油封12、后骨架油封13安装在前轴承座13中，且分别位于滚动轴承组2的两侧，用于防止润滑油离开轴承座腔体；密封填料11位于前轴承座中，且由前填料盖板6压紧，防止水进入轴承座腔体。前密封装置相比大型喷水推进器，在性能不发生较大损失的情况下，作了极大地简化，大幅缩短轴向长度和整体体积，以适应紧凑型喷水推进器。
- [0040] 聚四氟乙烯软密封材料有摩擦系数极低、具有自润滑性适用于无油润滑、良好的表面不沾性、在-196~260℃的较广温度范围均保持良好力学性能、耐化学腐蚀、耐大气老化、绝缘等，本发明利用聚四氟乙烯软密封材料的特性制作密封填料11隔开流道内的水与

前轴承座3的工作腔；

[0041] 前轴承座3的工作腔内，前骨架油封12和后骨架油封13之间加注润滑油，起到给滚动轴承组2润滑和冷却的作用。本发明方案中，前骨架油封12的密封唇直接和锁紧螺母对一10的表面接触，对应的，锁紧螺母对一10的成对圆螺母表面需经高精度加工以满足密封需求；该处简化设计大幅降低了前密封装置向流道外延伸的长度，使得喷水推进器的体积可以更加紧凑；

[0042] 经上述简化后的前轴承座3的工作腔的实际体积较小，能容纳的润滑油有限，故本发明也增设了一套润滑油加注系统，具体如下：本发明在前轴承座3中加工了润滑油暗流道21，进出口则设置在前轴承座3的法兰上，与外置润滑油箱22构成润滑油封闭回路，如附图5所示；通过控制进出油口高度差、流量和压力，使得润滑油可以在该封闭回路内循环流动，并保持润滑油在滚动轴承组2工作时始终浸没轴承腔的40%，从而优化滚动轴承组2的工作环境和性能，延长产品使用寿命；

[0043] 调心球轴承7安装在主轴1的后端侧、喷水推进器导叶体19的轮毂内，用于作为主轴1的支承；调心球轴承7的内圈与主轴1之间采用k6的过盈配合，外圈与导叶体19的轮毂之间采用H7的过盈配合；调心球轴承7采用一个双列陶瓷调心球轴承；陶瓷轴承具有耐腐蚀、使用寿命长、自润滑无需额外润滑剂等性能特点，适合安装在导叶体轮毂等难以布置润滑系统的地方，可以减少产品生命周期中调心球轴承7的维护次数；陶瓷轴承还提供了一定的干磨性能，可以在空气介质中空转一定时间不损坏，拓宽了喷水推进器的使用场景和环境适应能力；调心轴承还允许主轴存在一定偏心度(1°)，以便于安装；

[0044] 通常，传统的后密封装置由后轴承座、密封圈、骨架油封、后密封盖板等部件组成，且可以简化分解为底板、密封基座两部分；在调心球轴承7采用陶瓷轴承的前提下，在绝大多数工作条件下(大量泥浆等极端恶劣环境除外)可以不再设置后密封装置，这极大地节约了空间；在充分简化后，本发明使用后底板8和后盖板9取代传统的后密封装置；后底板8的作用主要是顶紧后轴承的外圈以及维护时方便拆卸(导叶轮毂打通，平时安装堵头封死，维护时从后端用工具顶住底板，从而把后轴承推出)；后盖板9的法兰外缘与导叶体19的轮毂齐平，即后盖板9的法兰外缘成为了导叶体19的轮毂的一部分，该设计有利于方便布置固定后盖板9的螺纹孔，增大螺纹孔直径、深度和螺纹孔最小壁厚，从而提高结构强度和可靠性；

[0045] 叶轮15通过平键16、轴套17和锁紧螺母对二18固定在主轴1对应位置上。

[0046] 锁紧螺母对一10和锁紧螺母对二18均由成对使用的防松圆螺母组成。

[0047] 本领域普通技术人员可以理解，以上所述仅为发明的优选实例而已，并不用于限制发明，尽管参照前述实例对发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实例记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在发明的精神和原则之内，所做的修改、等同替换等均应包含在发明的保护范围之内。

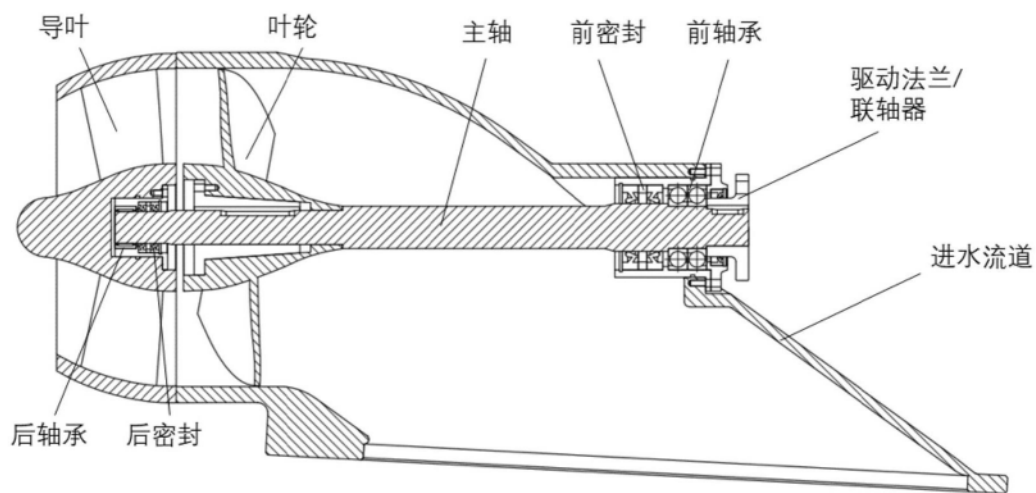


图1

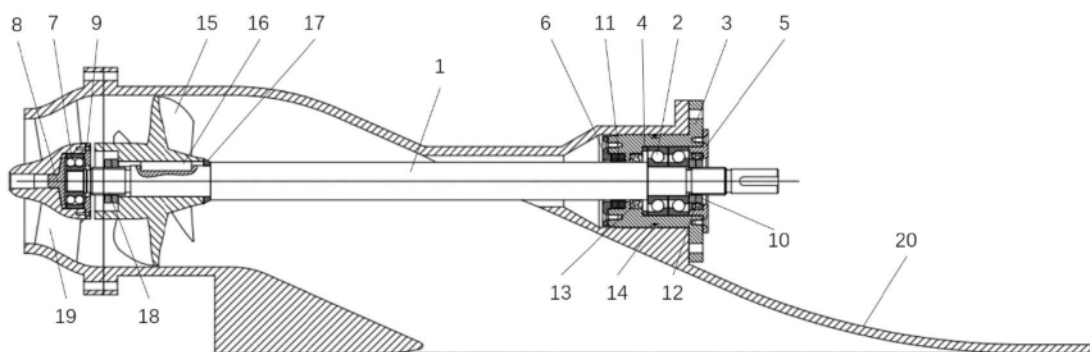


图2

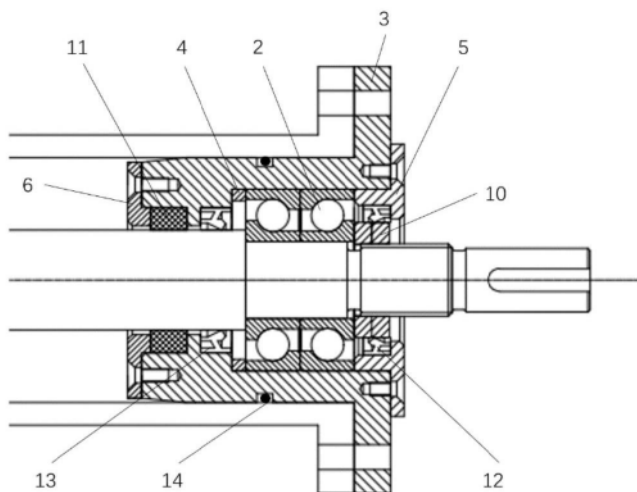


图3

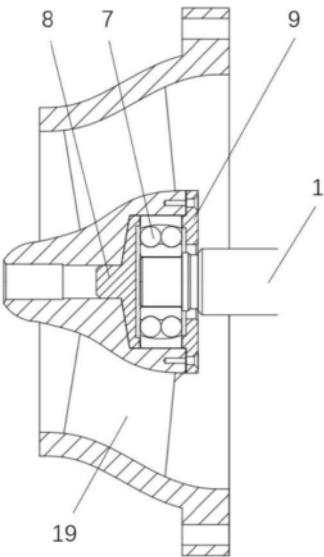


图4

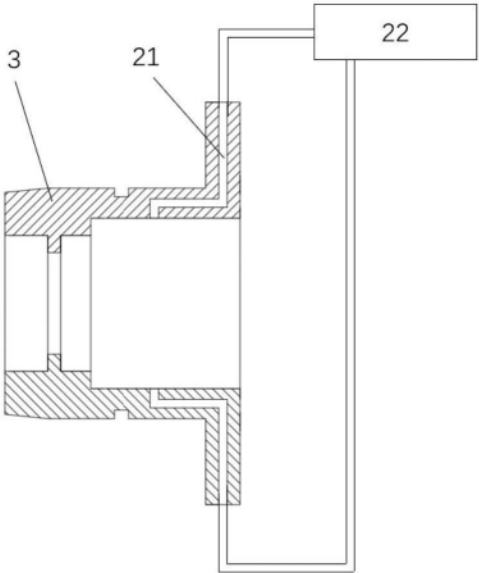


图5