



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110056510 B

(45) 授权公告日 2021.08.03

(21) 申请号 201910179825.7

(22) 申请日 2019.03.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110056510 A

(43) 申请公布日 2019.07.26

(73) 专利权人 江苏大学
地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301号

(72) 发明人 魏洋洋 马新华 印刚

(51) Int.Cl.
F04D 13/08 (2006.01)
F04D 15/00 (2006.01)
F04D 29/66 (2006.01)

审查员 刘景逸

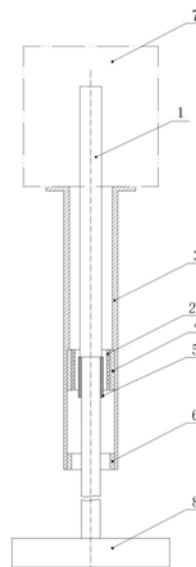
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种长轴液下泵

(57) 摘要

本发明提供了一种长轴液下泵,包括柔性主轴,所述柔性主轴一端安装叶轮,所述柔性主轴另一端安装在轴承腔内,还包括轴套和磁流体,所述柔性主轴穿过轴套,所述轴套一端安装在轴承腔的壳体上;所述轴套内嵌入第一磁体,所述柔性主轴外径上设有第二磁体,所述第一磁体或第二磁体上吸附磁流体,通过改变第一磁体和/或第二磁体的磁场大小,使所述磁流体吸附到第二磁体或第一磁体上。本发明通过磁流体改变柔性主轴的临界转速,从而避开长轴液下泵在临界转速附近工作,增加使用寿命和设备使用的安全。



1. 一种长轴液下泵,包括柔性主轴(1),所述柔性主轴(1)一端安装叶轮(8),所述柔性主轴(1)另一端安装在轴承腔(7)内,其特征在于,还包括轴套(3)和磁流体(2),所述柔性主轴(1)穿过轴套(3),所述轴套(3)一端安装在轴承腔的壳体上;所述轴套(3)内嵌入第一磁体(4),所述柔性主轴(1)外径上设有第二磁体(5),所述第一磁体(4)或第二磁体(5)上吸附磁流体(2),通过改变第一磁体(4)和/或第二磁体(5)的磁场大小,使所述磁流体(2)吸附到第二磁体(5)或第一磁体(4)上,所述第二磁体(5)到叶轮的距離 $L_1 = (1/3-1/2)L$,L为柔性主轴(1)长度。

2. 根据权利要求1所述的长轴液下泵,其特征在于,所述轴套(3)为不能被磁化材料。

3. 根据权利要求1所述的长轴液下泵,其特征在于,所述轴套(3)与柔性主轴(1)的最小距离大于0.5倍的柔性主轴(1)最大挠度。

4. 根据权利要求1所述的长轴液下泵,其特征在于,所述第二磁体(5)和第一磁体(4)均为套筒,所述第二磁体(5)套在柔性主轴(1)外径上,所述第一磁体(4)套在所述轴套(3)内径上;所述第一磁体(4)位于第二磁体(5)附近。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的长轴液下泵,其特征在于,所述第一磁体(4)上吸附磁流体(2),通过使所述第二磁体(5)的磁场强度大于第一磁体(4)的磁场强度,使所述磁流体(2)吸附到第二磁体(5)上。

6. 根据权利要求1-4任一项所述的长轴液下泵,其特征在于,所述第二磁体(5)上吸附磁流体(2),通过使所述第一磁体(4)的磁场强度大于第二磁体(5)的磁场强度,使所述磁流体(2)吸附到第一磁体(4)上。

7. 根据权利要求5所述的长轴液下泵,其特征在于,所述第一磁体(4)到叶轮的距離大于第二磁体(5)到叶轮的距離。

8. 根据权利要求6所述的长轴液下泵,其特征在于,所述第二磁体(5)到叶轮的距離大于第一磁体(4)到叶轮的距離。

9. 根据权利要求1-4任一项所述的长轴液下泵,其特征在于,所述轴套(3)另一端的末端内安装第三磁体(6),用于防止磁流体泄露。

一种长轴液下泵

技术领域

[0001] 本发明涉及水轮机领域或者柔性轴领域,特别涉及一种长轴液下泵。

背景技术

[0002] 液下泵是将叶轮、泵体等过流部件浸没于被输送介质当中,电机等驱动机构位于基础上方的一种特殊形式的立式泵,在我国使用的泵类产品中,占有相当大的比例。与卧式泵相比具有立式安装,占地面积少,可以减少泵房面积,降低基建成本,液下泵的叶轮浸在输送的介质中,启动时无须灌泵,能够实行集中自动控制等优点;与潜水泵相比具有用电安全的优势;与自吸泵相比,能够使用液下深度大于8米的工况条件,因此液下泵在冶金、石油化工、电厂及环保等行业中得到了广泛的应用。

[0003] 超长轴液下泵的液下深度,由于泵头悬挂在泵底板上,这样使泵头处于超长悬臂状态,同时泵头内装有一个叶轮或多个叶轮,叶轮旋转产生一定的离心力。一般长轴液下泵的主轴为柔性轴,工作转速高于第一临界转速的转体称为柔性轴。

[0004] 一般柔性轴设计的长轴液下泵的说明书中都要求使用者避免使用第一临界转速附近的速度,从而避免整体设备的共振。而工作时,需要通过变频器调节水轮机的转速,从而跳过临界转速。但是有些长轴液下泵需要根据环境变化设定多种转速,这样设计者需要考虑多种状态下的临界转速,有时可以避开一种状况的临界转速,但是无法避开另一种状态,这样导致长轴液下泵有时只能在临界转速附近工作,造成设备寿命减少,增加安全隐患。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在不足,本发明提供了一种长轴液下泵,通过磁流体改变柔性主轴的临界转速,从而避开长轴液下泵在临界转速附近工作,增加使用寿命和设备使用的安全。

[0006] 本发明是通过以下技术手段实现上述技术目的的。

[0007] 一种长轴液下泵,包括柔性主轴,所述柔性主轴一端安装叶轮,所述柔性主轴另一端安装在轴承腔内,还包括轴套和磁流体,所述柔性主轴穿过轴套,所述轴套一端安装在轴承腔的壳体上;所述轴套内嵌入第一磁体,所述柔性主轴外径上设有第二磁体,所述第一磁体或第二磁体上吸附磁流体,通过改变第一磁体和/或第二磁体的磁场大小,使所述磁流体吸附到第二磁体或第一磁体上。

[0008] 进一步,所述轴套为不能被磁化材料。

[0009] 进一步,所述轴套与柔性主轴的最小距离大于0.5倍的柔性主轴最大挠度。

[0010] 进一步,所述第二磁体和第一磁体均为套筒,所述第二磁体套在柔性主轴外径上,所述第一磁体套在所述轴套内径上;所述第一磁体位于第二磁体附近。

[0011] 进一步,所述第二磁体到叶轮的距離 $L_1 = (1/3-1/2)L$, L 为柔性主轴长度。

[0012] 进一步,所述第一磁体上吸附磁流体,通过使所述第二磁体的磁场强度大于第一

磁体的磁场强度,使所述磁流体吸附到第二磁体上。

[0013] 进一步,所述第二磁体上吸附磁流体,通过使所述第一磁体的磁场强度大于第二磁体的磁场强度,使所述磁流体吸附到第一磁体上。

[0014] 进一步,所述第一磁体到叶轮的距离大于第二磁体到叶轮的距离。

[0015] 进一步,所述第二磁体到叶轮的距离大于第一磁体到叶轮的距离。

[0016] 进一步,所述轴套另一端的末端内安装第三磁体,用于防止磁流体泄露。

[0017] 本发明的有益效果在于:

[0018] 1.本发明所述的长轴液下泵,通过磁流体改变柔性主轴的临界转速,从而避开长轴液下泵在临界转速附近工作。

[0019] 2.本发明所述的长轴液下泵,通过改变第一磁体或第二磁体的磁场大小,使磁流体吸附在轴套内侧或者柔性主轴外径上,从而改变柔性主轴的临界转速。

[0020] 3.本发明所述的长轴液下泵,通过轴套另一端的末端内安装第三磁体,用于防止磁流体泄露。

[0021] 4.本发明所述的长轴液下泵,通过所述第二磁体到叶轮的距离 $L_1 = (1/3 - 1/2)L$,这样调节的临界转速范围最佳。

附图说明

[0022] 图1为本发明所述的长轴液下泵结构示意图。

[0023] 图2为本发明实施例1所述的磁流体初始状态的位置图。

[0024] 图3为本发明实施例2所述的磁流体初始状态的位置图。

[0025] 图4为本发明的实施例1中柔性主轴受力分析图。

[0026] 图5为本发明的实施例1在磁流体调节临界转速时柔性主轴受力分析图。

[0027] 图中:

[0028] 1-柔性主轴;2-磁流体;3-轴套;4-第一磁体;5-第二磁体;6-第三磁体;7-轴承腔;8-叶轮。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图以及具体实施例对本发明作进一步的说明,但本发明的保护范围并不限于此。

[0030] 如图1所示,本发明所述的长轴液下泵,包括柔性主轴1、轴套3和磁流体2,所述柔性主轴1一端安装叶轮8,所述柔性主轴1另一端安装在轴承腔7内,一般轴承腔7内通过至少2个轴承支撑柔性主轴1,所述柔性主轴1另一端穿过轴承腔7通过联轴器与电机或者减速机连接,该传动部分为现有结构,在此不在详细描述,图1中仅用轴承腔7示意。本发明的发明点在于:所述柔性主轴1穿过轴套3,所述轴套3一端安装在轴承腔的壳体上;所述轴套3内嵌入第一磁体4,所述柔性主轴1外径上设有第二磁体5。实施例1为所述第一磁体4上吸附磁流体2,通过改变第一磁体4磁场大小或第二磁体5的磁场大小或者同时改变第一磁体4和第二磁体5磁场大小,使所述磁流体2吸附到第二磁体5上。实施例2为所述第二磁体5上吸附磁流体2,通过改变第一磁体4磁场大小或第二磁体5的磁场大小或者同时改变第一磁体4和第二磁体5磁场大小,使所述磁流体2吸附到第一磁体4上。

[0031] 实施例1原理在于通过所述柔性主轴1上吸附磁流体2,从而增加配重,该配重可以是偏心配重也可以是非偏心配重,从而使所述柔性主轴1的临界转速发生变化。实施例2原理在于通过所述柔性主轴1上去除磁流体2,从而减轻重量,从而使所述柔性主轴1的临界转速发生变化。

[0032] 实施例1受力结构如图4所示,柔性主轴1直径50mm,长度4m,主轴功率22KW,柔性主轴1的额定转速为1480rpm,柔性主轴1上安装2个轴承,轴承之间的距离700mm,第一个轴承距柔性主轴1端面120mm,柔性主轴1另一端安装叶轮,叶轮重量为50KG,图4中的受力仅仅考虑用于计算临界转速的模型,至于可能包括叶轮受到的轴向力和径向力,没有画出,图中, $M_{\text{输入}}$ 为电机的驱动扭矩, $M_{\text{输出}}$ 为叶轮输出的扭矩, $G_{\text{叶轮}}$ 为叶轮的自重。计算柔性主轴1的一阶临界转速为639rpm,二阶临界转速为1775rpm。额定转速为1480rpm高于额定转速为1480rpm。因此在使用过程中,当柔性主轴1转速接近639rpm时,现有技术通过调节变频器,控制电机跳过该转速。本发明在柔性主轴1上安装第二磁体5,所述第二磁体5与叶轮中心之间的距离为1500mm,柔性主轴1外安装轴套3,轴套3内嵌入第一磁体4,所述第一磁体4上吸附20KG的磁流体2,第一磁体4与叶轮中心之间的距离为1520-1550mm。通过增加第二磁体5的磁场强度,使第二磁体5的磁场强度大于第一磁体4的磁场强度,或者增加第二磁体5的磁场强度,逐渐减少第一磁体4直至没有磁场。这个所述第一磁体4和第二磁体5可以都为电磁铁,通过改变线圈电流大小实现。如图5所示,这样可以将吸附在20KG第一磁体4上的磁流体2,全部吸附在第二磁体5上,图中 ΔG 为磁流体2吸附在柔性主轴1上的重量。通过计算此刻柔性主轴1的一阶临界转速为508rpm,二阶临界转速为1667rpm。考虑到吸附过程中可能出现磁流体2的损耗,按照第二磁体5上仅仅吸附了15KG计算,得出柔性主轴1的一阶临界转速为533rpm,二阶临界转速为1683rpm。利用本发明的结构,当柔性主轴1转速接近639rpm时,控制磁流体2吸附到柔性主轴1上,即此刻将柔性主轴1的一阶临界转速改变为508rpm。将磁流体2通过工装使其成为类似与圆柱形吸附在第一磁体4上,磁流体2形成的圆柱体重量约为22kg,通过增加第二磁体5的磁场强度,使第二磁体5的磁场强度大于第一磁体4的磁场强度,或者增加第二磁体5的磁场强度,逐渐减少第一磁体4直至没有磁场,此刻磁流体2形成的新圆柱体包裹在第二磁体5,新圆柱体重量约为20kg。将磁流体2通过工装使其成为类似与圆柱形吸附在第一磁体4上,一般通过工艺轴穿入第一磁体4内,定心后,通过预安装磁流体2,使第一磁体4通电,带稳定后将工艺轴抽出。

[0033] 同理实施例2通过所述柔性主轴1上去除磁流体2,从而减轻重量,从而使所述柔性主轴1的临界转速发生变化。

[0034] 实施例1和实施例2中,所述第二磁体5到叶轮的距離 $L_1 = (1/3 - 1/2)L$, L 为柔性主轴1长度。也就是增加或者减少重量的位置与叶轮的距離为柔性主轴1长度的 $1/3 - 1/2$ 。因为如果增加或者减少重量的位置与叶轮的距離超过柔性主轴1长度的 $1/2$,改变的临界转速效果不佳。因为如果增加或者减少重量的位置与叶轮的距離小于柔性主轴1长度的 $1/3$,首先太靠近叶轮降低改变的临界转速的效果,此外靠近叶轮后,考虑柔性主轴1的挠度,那么轴套3的直径会实际过大,这样增加制造成本。

[0035] 在实施例1中,所述第一磁体4到叶轮的距離大于第二磁体5到叶轮的距離,也就是第一磁体4位于第二磁体5的上方,且第一磁体4靠近第二磁体5。在实施例2中,所述第一磁体4到叶轮的距離小于第二磁体5到叶轮的距離,也就是第一磁体4位于第二磁体5的下方,

且第一磁体4靠近第二磁体5。这是考虑到避免吸附过程中可能出现磁流体2的损耗,磁流体2的损耗是指在重力作用下产生的势能大于磁场产生的吸附磁场能时,小部分磁流体2会脱离磁场的吸附。为了防止脱离磁场的小部分磁流体2污染环境,所述轴套3末端内安装第三磁体6,用于防止磁流体泄露。

[0036] 为了防止轴套3内表面和柔性主轴1外表面长期在磁场中容易被磁化,导致增加吸附过程的磁流体2损耗,所述轴套3为不能被磁化材料,即非铁材料即可。柔性主轴1在安装第二磁体5附近的外表面可经过表面镀层处理。所述轴套3与柔性主轴1的最小距离大于0.5倍的柔性主轴1最大挠度。

[0037] 所述实施例为本发明的优选的实施方式,但本发明并不限于上述实施方式,在不背离本发明的实质内容的前提下,本领域技术人员能够做出的任何显而易见的改进、替换或变型均属于本发明的保护范围。

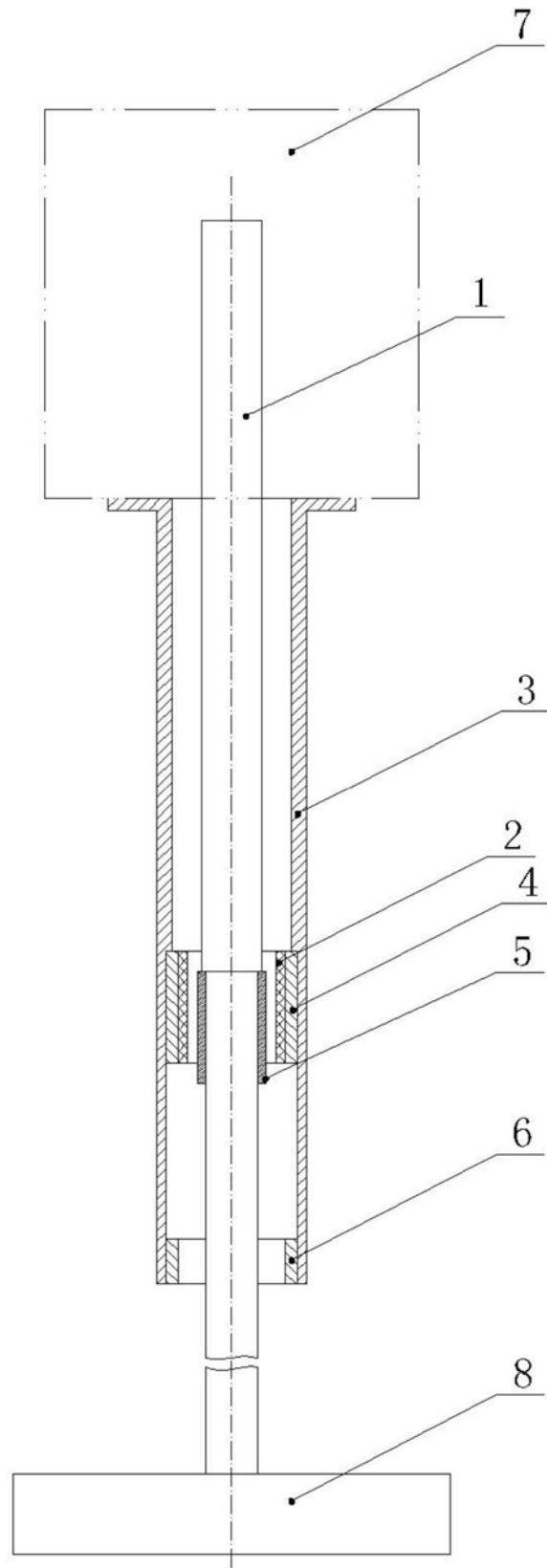


图1

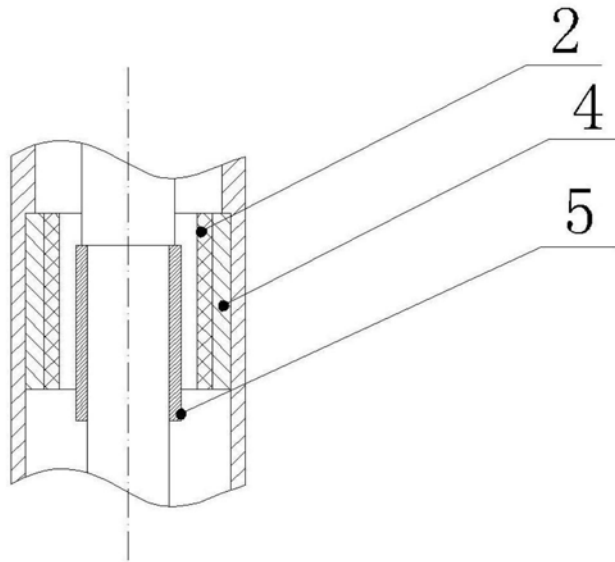


图2

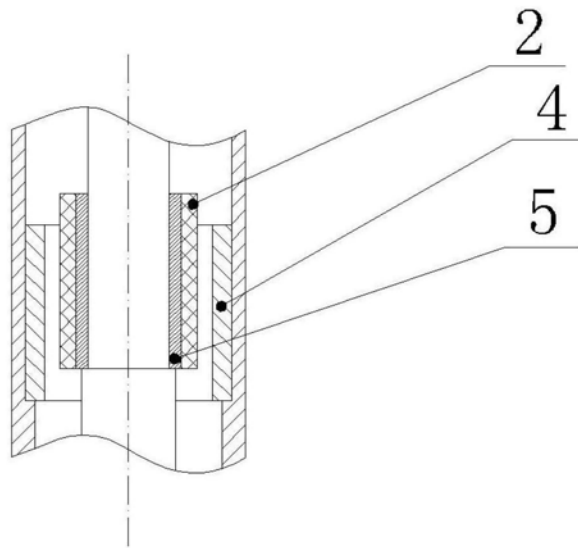


图3



图4

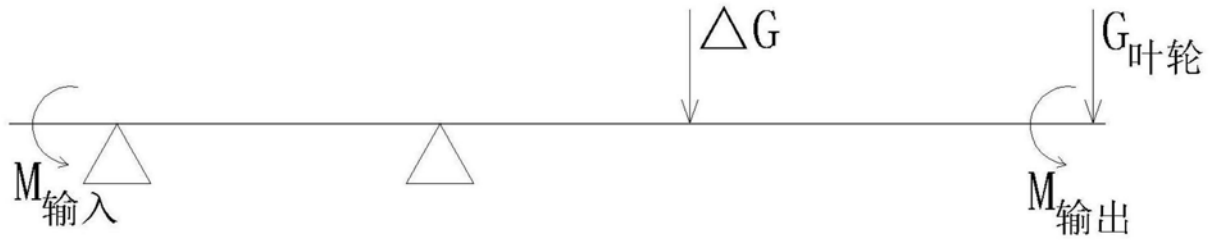


图5