



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113063045 A

(43) 申请公布日 2021.07.02

(21) 申请号 202110478009.3

(22) 申请日 2021.04.29

(71) 申请人 湖南工学院

地址 421002 湖南省衡阳市珠晖区衡花路
18号

(72) 发明人 刘安民 陈雪林 邓彬

(74) 专利代理机构 深圳市兴科达知识产权代理
有限公司 44260

代理人 殷瑜

(51) Int.Cl.

F16L 27/08 (2006.01)

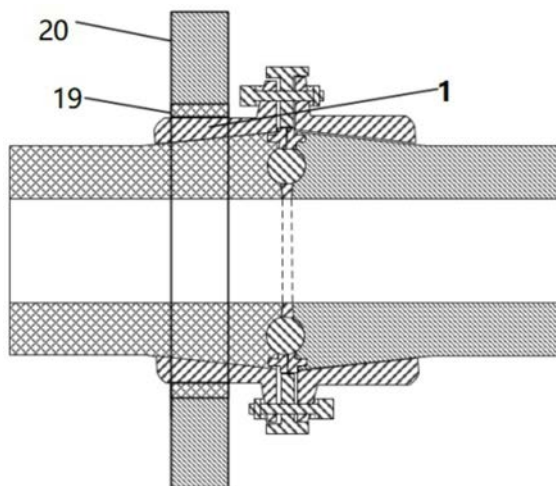
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置及其使用方法,包括深海扬矿管;所述深海扬矿管上通过旋转部件轴接连接有动态装置;所述动态装置包括安装台,安装台沿周向成形有若干安装孔,安装孔内安装有能量耗散装置;所述能量耗散装置包括筒体状的支撑垫圈,支撑垫圈中部安装有移动滑块;移动滑块四周均通过伸缩弹簧和阻尼器与支撑垫圈内表面连接。本发明能够降低在冲击下的变形及在变形下的管接头密封性能及集中应力,提高装置的安全系数与使用寿命。



1. 一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置, 包括深海扬矿管; 其特征在于, 所述深海扬矿管上通过旋转部件 (19) 轴接连接有动态装置 (20); 所述动态装置 (20) 包括安装台 (21), 安装台 (21) 沿周向成形有若干安装孔 (22), 安装孔 (22) 内安装有能量耗散装置; 所述能量耗散装置包括筒体状的支撑垫圈 (23), 支撑垫圈 (23) 中部安装有移动滑块 (24); 移动滑块 (24) 四周均通过伸缩弹簧 (25) 和阻尼器 (26) 与支撑垫圈 (23) 内表面连接。

2. 如权利要求1所述的用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置, 其特征在于, 所述阻尼器 (26) 的阻尼值与伸缩弹簧 (25) 的刚度与深海冲击力的最高频率满足以下公式 (2) 的关系:

$$k=144\pi mf^2+3f\pi C$$

式中, k 表示伸缩弹簧的刚度, 单位为 N/m ; m 表示移动滑块 (24) 的质量, 单位为 kg ; C 表示阻尼器的阻尼值, 单位为 $N/(m/s)$; f 表示深海冲击力的最高频率, 单位为 Hz , π 表示圆周率。

3. 如权利要求1所述的用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置, 其特征在于, 所述深海扬矿管包括左管体和右管体, 左管体和右管体通过连接装置相连; 所述连接装置包括左管体端部成形的管接头一 (1) 和右管体端部成形的管接头二 (9); 管接头一 (1) 和管接头二 (9) 的外侧面均逐渐凸起成锥环状; 所述管接头一 (1) 和管接头二 (9) 的外侧均成形有螺纹且螺纹方向相反; 管接头一 (1) 螺纹连接有卡紧环一 (2), 管接头二 (9) 螺纹连接有卡紧环二 (8); 卡紧环一 (2) 和卡紧环二 (8) 之间安装有密封件一 (5), 螺栓穿过卡紧环一 (2)、密封件一 (5) 和卡紧环二 (8) 与螺母连接固定; 所述管接头一 (1) 和管接头二 (9) 之间自内向外依次安装于密封件二 (10)、密封件三 (11) 和组合密封件; 所述组合密封件包括固定在管接头一 (1) 上的密封件五 (13) 和固定在管接头二 (9) 上的密封件四 (12); 密封件五 (13) 和密封件四 (12) 紧密接触。

4. 如权利要求3所述的用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置, 其特征在于, 所述动态装置 (20)、旋转部件 (19) 和连接装置的安装位置满足以下的要求:

$$\frac{k_0}{M} = s * l + l^2 \quad (1)$$

式中, k_0 表示为动态装置的转动惯量, 单位为 $kg \cdot m^2$; m 表示为动态装置与旋转部件 (19) 的质量, 单位为 kg ; s 表示冲击点 A1 到连接装置与深海扬矿管组成部件的弯曲中心的直线距离, 单位为 m , 冲击点 A1 即旋转部件 (19) 和连接装置连接的位置; l 表示旋转部件 (19) 的旋转中心 B 到连接装置的弯曲中心 C 的直线距离, 单位为 m 。

5. 如权利要求1所述的用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置, 其特征在于, 所述旋转部件 (19) 为深沟球轴承, 深沟球轴承的内环与深海扬矿管之间安装有复合垫圈, 复合垫圈通过卡紧弹簧环固定在深海扬矿管上, 所述复合垫圈由内到外依次由玻璃纤维层, 橡胶层, 不锈钢层, 橡胶层复合组成; 所述深沟球轴承的内环 (27) 外侧和外环 (28) 中部的中部均成形有两个环形槽 (29), 环形槽 (29) 内固定有 F 形阻尼圈 (30); 深沟球轴承的内环 (27) 和外环 (28) 之间的两侧安装有 “ $\sqsubset$ ” 字形的密封圈 (31); 内环 (27) 和外环 (28) 上成形有与密封圈 (31) 配合的安装槽。

6. 如权利要求3所述的用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置, 其特征在于, 所述密封件二 (10) 为圆环状的密封圈。

7.如权利要求3所述的用于连接深海扬矿管的耐冲击密封连接装置,其特征在于,所述密封件一(5)为T形密封环件,密封件三(11)为环形圆柱密封件。

8.如权利要求7所述的用于连接深海扬矿管的耐冲击密封连接装置,其特征在于,所述管接头一(1)和管接头二(9)均分别成形有与密封件一(5)和密封件三(11)配合的矩形环槽(14)和椭圆弧形环槽(15),矩形环槽(14)外侧为第一环形端部(16),矩形环槽(14)和椭圆弧形环槽(15)之间为第二环形端部(17),椭圆弧形环槽(15)内侧为第三环形端部(18)。

9.如权利要求1所述的用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置的使用方法,其特征在于,包括如下步骤:将深海扬矿管通过连接装置连接,并通过旋转部件(19)轴接连接动态装置(20)。

一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置

技术领域

[0001] 本发明属于机械领域,尤其涉及一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置。

背景技术

[0002] 深海采矿系统是开采海底矿产资源必不可少的装备,其长度达数千米。扬矿管接口受到了因重力引起的薄壁压缩变形、高压扬矿泵周期往复运动,深海内潮流或者波浪造成的各种幅值的周期冲击力。其变形位移复杂多变且波动。现有的管接头在大载荷及其冲击下的大变形下极易失效,使用寿命低,难以满足深海复杂工况的需要。

发明内容

[0003] 为解决上述问题,本发明公开了一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置,本发明能够降低在冲击下的变形及在变形下的管接头密封性能及集中应力,提高装置的安全系数与使用寿命。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0005] 一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置,包括深海扬矿管;所述深海扬矿管上通过旋转部件19轴接连接有动态装置20;所述动态装置20包括安装台21,安装台21沿周向成形有若干安装孔22,安装孔22内安装有能量耗散装置;所述能量耗散装置包括筒状的支撑垫圈23,支撑垫圈23中部安装有移动滑块24;移动滑块24四周均通过伸缩弹簧25和阻尼器26与支撑垫圈23内表面连接。

[0006] 进一步的改进,所述阻尼器26的阻尼值与伸缩弹簧25的刚度与深海冲击力的最高频率满足以下公式2的关系:

$$[0007] \quad k=144\pi mf^2+3f\pi C$$

[0008] 式中,k表示伸缩弹簧的刚度,单位为N/m;m表示移动滑块24的质量,单位为kg;n表示此装置的设计的油管最高转速公式里面没有n,单位为r/min;C表示阻尼器的阻尼值,单位为N/(m/s);f表示深海冲击力的最高频率,单位为Hz, π 表示圆周率。

[0009] 进一步的改进,所述深海扬矿管包括左管体和右管体,左管体和右管体通过连接装置相连;所述连接装置包括左管体端部成形的管接头一1和右管体端部成形的管接头二9;管接头一1和管接头二9的外侧面均逐渐凸起成锥环状;所述管接头一1和管接头二9的外侧均成形有螺纹且螺纹方向相反;管接头一1螺纹连接有卡紧环一2,管接头二9螺纹连接有卡紧环二8;卡紧环一2和卡紧环二8之间安装有密封件一5,螺栓穿过卡紧环一2、密封件一5和卡紧环二8与螺母连接固定;所述管接头一1和管接头二9之间自内向外依次安装于密封件二10、密封件三11和组合密封件;所述组合密封件包括固定在管接头一1上的密封件五13和固定在管接头二9上的密封件四12;密封件五13和密封件四12紧密接触。

[0010] 进一步的改进,所述动态装置20、旋转部件19和连接装置的安装位置满足以下的要求:

$$[0011] \quad \frac{k_0}{M} = s * l + l^2 \quad 1$$

[0012] 式中, k_0 表示为动态装置的转动惯量, 单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$; m 表示为转动装置与旋转部件 19 的质量, 单位为 kg ; s 表示冲击点 A1 到连接装置与深海扬矿管组成部件的弯曲中心的直线距离, 单位为 m , 冲击点 A1 即旋转部件 19 和连接装置连接的位置; l 表示旋转部件 19 的旋转中心 B 到连接装置的弯曲中心 C 的直线距离, 单位为 m 。

[0013] 进一步的改进, 所述旋转部件 19 为深沟球轴承, 深沟球轴承的内环与深海扬矿管之间安装有复合垫圈, 复合垫圈通过卡紧弹簧环固定在深海扬矿管上, 所述复合垫圈由内到外依次由玻璃纤维层, 橡胶层, 不锈钢层, 橡胶层复合组成; 所述深沟球轴承的内环 27 外侧和外环 28 中部的中部均成形有两个环形槽 29, 环形槽 29 内固定有 F 形阻尼圈 30; 深沟球轴承的内环 27 和外环 28 之间的两侧安装有“ $\cap$ ”字形的密封圈 31; 内环 27 和外环 28 上成形有与密封圈 31 配合的安装槽。

[0014] 进一步的改进, 所述密封件二 10 为圆环状的密封圈。

[0015] 进一步的改进, 所述密封件一 5 为 T 形密封环件, 密封件三 11 为环形圆柱密封件。

[0016] 进一步的改进, 所述管接头一 1 和管接头二 9 均分别成形有与密封件一 5 和密封件三 11 配合的矩形环槽 14 和椭圆弧形环槽 15, 矩形环槽 14 外侧为第一环形端部 16, 矩形环槽 14 和椭圆弧形环槽 15 之间为第二环形端部 17, 椭圆弧形环槽 15 内侧为第三环形端部 18。

[0017] 上述稳定性装置的使用方法包括如下步骤: 将深海扬矿管通过连接装置连接, 并通过旋转部件 19 轴接连接动态装置 20。

[0018] 本发明优点:

[0019] 本发明通过新型的能承受大变形的装置及降低冲击的变形的装置组成, 实现了大冲击下大变形下的高密封性能与低集中应力, 从而提高装置的使用寿命与安全系数。

附图说明

[0020] 图1为本发明的总体结构示意图;

[0021] 图2为能量耗散装置的结构示意图;

[0022] 图3为动态装置的总体结构示意图;

[0023] 图4为连接装置的结构示意图;

[0024] 图5为连接装置收到冲击后的结构式示意图;

[0025] 图6为管接头的结构示意图;

[0026] 图7为旋转部件的结构示意图;

[0027] 图8为本发明收到冲击后的冲击点所处的示意图。

具体实施方式

[0028] 实施例

[0029] 如图1-8所示一种用于提高深海扬矿管稳定性的稳定性装置, 本发明提供连接深海扬矿管的稳定性连接装置与安装方法, 其主要由连接装置, 旋转部件 19, 动态装置组成。连接装置由卡紧环, 螺栓, 垫圈一, 密封件一, 垫圈二, 密封件二一五组成。旋转部件由耐密封的一对深沟球轴承, 橡胶, 密封圈, 双层阻尼圈组成。动态装置由多个弹簧, 平衡块, 阻尼, 安装台, 可拆卸密封盖板, 密封圈组成。

[0030] 连接装置如图4所示, 旋转部件 19, 动态装置间的安装连接如图1所示。动态装置如

图3所示。

[0031] 动态装置通过旋转部件19与连接装置连接接触,其连接图如图5所示。动态装置的内圈内侧具有均匀分布的凹槽,轴承外圈具有均匀分布的凹槽,其凹槽为交错形式,两侧为环形的,截面为Z形密封圈,内侧为两个环形的截面为F形的阻尼圈。当承受冲击载荷时,密封圈与阻尼圈刚度相对较低,具有发生较大变形能力,环形阻尼圈接触,当其相对运动是由于其摩擦,传递一部分旋转运动,耗散冲击能量,内部的阻尼圈间的摩擦消耗能量,降低冲击能量。

[0032] 旋转部件19通过复合垫圈,密封圈连接,通过卡紧弹簧环紧密嵌入连接结构中,橡胶圈在预压力下产生预变形,均匀分布在卡紧弹簧环与旋转部件,旋转部件间的接触区域内。具有较大变形能力,能够耗散部分能量,及具有产生较大变形的能力。

[0033] 复合垫圈从与旋转部件接触端到连接装置接触端,分别为由玻璃纤维层,橡胶层,不锈钢层,橡胶层复合组成,与旋转部件接触端的支撑垫圈,为玻璃纤维,玻璃纤维含有硅元素,能够降低油管与支撑垫圈间的摩擦,橡胶层能够吸收振动能量,降低油管冲击造成的振动,不锈钢金属层具有较强的强度,能够承受较大深海冲击力。与连接装置接触的支撑垫圈的橡胶层,能够降低深海冲击旋转部件冲击后对连接装置的再次冲击。

[0034] 动态装置通过旋转部件19与连接装置接触,动态装置可相对连接装置发生旋转运动。特殊装置受到冲击后,其冲击力分解为切向与法向力,切向力将驱动动态装置发生旋转运动,旋转运动能量首先通过动态装置内部组合装置耗散能量,其次通过旋转部件19间的阻尼圈相对运动摩擦耗散能量,最后,旋转部件通过摩擦力残余冲击切向力传递给连接装置,驱动连接装置发生扭转,此时扭转力矩较小,由于连接装置内的特殊卡紧环与杨矿管之间通过一对旋向相反的T变槽宽与深度的螺纹连接,残余冲击力造成的扭矩使得其连接更加紧密而不发生过大变形,造成连接损坏失效。

[0035] 动态装置由6个能量耗散装置,橡胶垫圈,安装台,密封圈与可拆卸盖板组成,其中多个阻尼器,弹簧,滑块,支撑垫圈组成。安装台内置6个均匀分布的圆形凹腔,用于安装圆柱形状的能量耗散装置。能量耗散装置嵌入安装台,通过支撑垫圈与安装台接触,盖板通过螺纹连接安装台,密封圈布置在螺纹连接末端,将能量耗散装置密封在凹腔内。

[0036] 能量耗散装置如图2所示,移动滑块通过4对由伸缩弹簧与阻尼组成的装置,复合垫圈与安装台内的凹腔连接。(3)限位块通过伸缩弹簧与阻尼器与复合垫圈连接,伸缩弹簧能够避免限位块快速产生位移,阻尼器进一步降低限位块的位移,并在伸缩弹簧回复时能够吸收能量,产生相差,具有一定的迟滞作用,伸缩弹簧在深海冲击下造成偏心力(这个偏心力指的是深海冲击力冲击移动滑块后,移动块发生偏心运动,形成偏心力,即特殊安装台内凹腔对移动块的偏心力,凹腔对定位块有反作用力,这个反作用力使得移动滑块朝偏心力相反的方向位移)作用下使得移动块朝与偏心力相反的方向位移,即深海冲击造成的偏心力与移动滑块、旋转中心在一条直线上,从而实现动平衡。即伸缩弹簧的回复吸收能量,恢复变形的力与冲击力平衡,且伸缩弹簧变形后,连接装置内的密封圈与旋转部件19内的复合垫圈也已经变形,吸收了部分冲击力,进一步降低了振动。以圆弧状,均匀布置6个能量耗散装置,可尽可能可以吸收多个方向冲击造成的振动,避免由于单个或者不对称冲击造成的周期性摆动,布置6个也是考虑整个连接装置的直径与工艺成本,更多数目的能量耗散装置的能量耗散效果会更好,但是加工成本更大,安装调试难度较大。多个能量耗散装置

和旋转部件19,连接装置的组合能够降低由于深海冲击造成的振动变形,提高深海扬矿的稳定性与连接装置的寿命,密封性能。

[0037] 阻尼器的阻尼值与伸缩弹簧的刚度与深海冲击力的最高频率满足以下公式(2)的关系:

$$[0038] \quad k=144\pi mf^2+3f\pi C \quad (2)$$

[0039] 式中,k表示伸缩弹簧的刚度,单位为N/m;m表示限位块的质量,单位为kg;n表示此装置的设计的油管最高转速,单位为r/min;C表示阻尼器的阻尼值,单位为N/(m/s)。

[0040] 采用以上特性的阻尼器及伸缩弹簧,在深海冲击下的实际频率小于等于上述最高此装置设计频率时,可保证在任何运行状态下,此装置都能保持降低振动,具有显著的降低冲击能量的能力。同时保证了深海冲击造成的偏心力与移动滑块产生的偏心力平衡。比如,设计最高冲击频率为50HZ时,那么伸缩弹簧采用由上述公式(2)得到的刚度,即可冲击频率为50HZ以下时均可降低振动。

[0041] 图8中,A为深海冲击下对动态装置的冲击点,深海对特殊装置冲击后,特殊装置通过旋转部件19与连接装置接触,其冲击都会最后作用下A1处。在B点为动态装置的旋转中心,C点为连接装置的弯曲中心。虽然冲击点A的改变导致作用点A1的改变,但是A1的改变量非常小,其变化位移量不会超过旋转部件19与连接装置的接触长度,其对整个连接装置中不同点的距离影响非常小。动态装置,旋转部件,连接装置的安装位置满足以下公式1的要求:

$$[0042] \quad \frac{k_0}{M} = s * l + l^2 \quad (1)$$

[0043] 式中, k_0 表示为动态装置的转动惯量,单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$;m表示为特转动装置与旋转部件的质量,单位为kg;s表示冲击A1点到连接装置与扬矿管组成部件的弯曲中心的直线距离(图中A1点到C点的距离),单位为m;l表示旋转中心B到弯曲中心C的直线距离(图8中B点到C点的距离),单位为m。上述转动惯量、质量、弯曲中心位置可以通过试验方法获得。

[0044] 在深海恶劣工况造成的冲击杨矿管过程中,A1冲击点为撞击中心,各部件的安装位置在满足上述要求的情况下,可保证高低频冲击过程中的冲击点的撞击或者碰撞不会对连接装置的旋转中心造成任何的法向反作用力,从而提高扬矿管冲击后的稳定性,降低冲击振动造成的变形,提高接口装置的使用寿命,密封性能。在冲击过程中,冲击力作用在动态装置内的能量耗散装置的上,能量耗散装置内的移动滑块对动态装置施加反向力,动态装置的定位块对深海冲击作用力有与此冲击力大小相等、方向相反的反作用力,冲击过程中的切向分力相平衡的力的方向与连接装置的弯曲中心不在同一条直线上,从而避免冲击带来的冲击对弯曲中心的作用力,造成横向移动变形及弯曲。

[0045] 在深海恶劣工况导致的冲击下,不对连接处装置的弯曲中心产生法向作用力,使得法向作用力不经过旋转中心,形成切向作用力,形成连接处螺纹拧紧的预紧力,提高连接可靠性,降低冲击下的弯曲变形。

[0046] 连接处的质心,连接装置的旋转中心,连接装置的冲击点件的距离变化可通过调节各处密封件,螺栓在不同测得长度与质量,拧紧变形实现。安装完成后,调节以上零件,使得在不同方向的冲击力不会经过旋转中心,从而降低冲击下的振动。

[0047] 整个连接装置如图4所示。其中1与9为管接头一、二,2与8为卡紧环一、二,3与7分

别为螺栓连接的螺帽与螺杆,4为垫圈一,5为密封件一,6为垫圈二,10为密封件二,11为密封件三,12为密封件四,13为密封件五。

[0048] 管接头1与9分别为:将要连接的1根扬矿管末端的右侧(扬矿深海中的扬矿管下端)与另外1根扬矿管的左侧(扬矿深海中的扬矿管上端)。1与2,8与9之间通过变槽宽与间距的T形螺纹连接,其中,1与2间的T形螺纹连接旋向与8与9间的T形螺纹连接旋向相反,确保扬矿连接处在深海各个方向的冲击下紧密连接,且使得冲击力成为螺纹连接的预紧力,避免了在之前螺纹连接在冲击中逐渐松动,造成密封失效的情况。卡紧环2与8通过8个螺栓连接,8个螺栓在杨矿管的截面圆中均匀分布,其中螺栓连接由螺杆3,螺帽6组成。螺杆与卡紧环1通过4(垫圈一),螺帽与卡紧环9通过6(垫圈二)连接接触,垫圈一由玻璃纤维,橡胶,环形高锰钢的弹簧组成,其形成工艺如下,(1)将成型的环形弹簧表层缠绕/涂敷2层玻璃纤维,通常玻璃纤维的耐高温点高于橡胶的软化温度,可选择耐高温点高于橡胶的软化温度的玻璃纤维。(2)将涂敷了玻璃纤维的弹簧置入软化的圆柱形橡胶中,在一定温度T保持经过一段时间t,其中保温温度T与保温时间t应通过试验确定,确保橡胶的性能及其与弹簧的连接,通常为保温温度为200°,时间为30分钟。(3)在橡胶与弹簧已成型一体的垫圈中末端增加一层橡胶纤维,其厚度约为0.2mm。这样的结构确保了,由于在冲击中,弹簧会发送往复变形,由于玻璃纤维具有润滑左右,降低了弹簧变形中弹簧与橡胶摩擦,特殊结构垫圈与螺栓,卡紧环的摩擦,且隔绝了海水中腐蚀性矿物质对弹簧,连接性能的负面影响。卡紧环2与8之间通过5(T形密封环件)连接接触。管接头1与9之间通过10(为密封件二),11(为密封件三),12(为密封件四),13(为密封件五)连接接触。其中10(密封件二)为圆环状的密封圈,厚度为10mm,其外侧为内凹圆弧状,其外侧与11(为密封件三)接触,11为环形圆柱密封件,其外侧为平面,其中平面长度约为其截面圆半径。此截面与12(为密封件四),13(为密封件五)连接接触,12与13分别嵌入管接头1与9中,12与13为环形的截面为T形的密封件,其上端与5(为密封件一)连接接触。其中管接头1与9件的密封件的预压缩量为2—3mm。以上的结构布置与设计,在预紧力及冲击力下,提高各密封件产生允许范围内最大变形的能力,且在反复交变冲击中,设计了不同结构的密封件,提高了密封件间的预应力,提高了密封能力。如在冲击下,深海扬矿管连接处发生了弯曲变形,弯曲的内侧为压缩变形,内内侧的密封件接触应力增加,不超过密封件的最大变形量,密封性能增加,弯曲的外侧为拉伸变形,其外侧的密封件间的接触应力降低。但是密封件5,10,11,12,13在其弯曲过程中形成了不同的轴向与径向的拉伸、压缩区域,形成接触应力增加层,接触应力降低层。

[0049] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但并不仅仅限于说明书和实施方案中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里所示出与描述的图例。

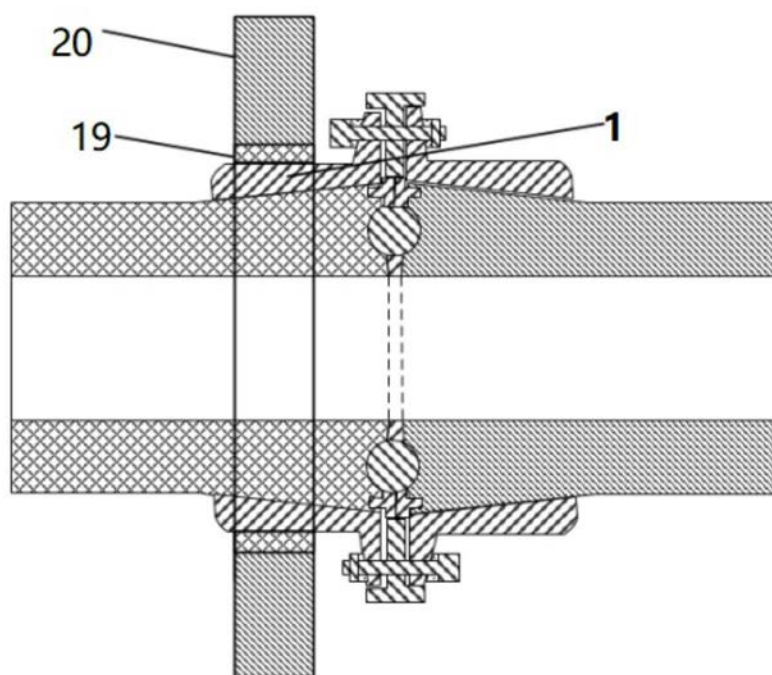


图1

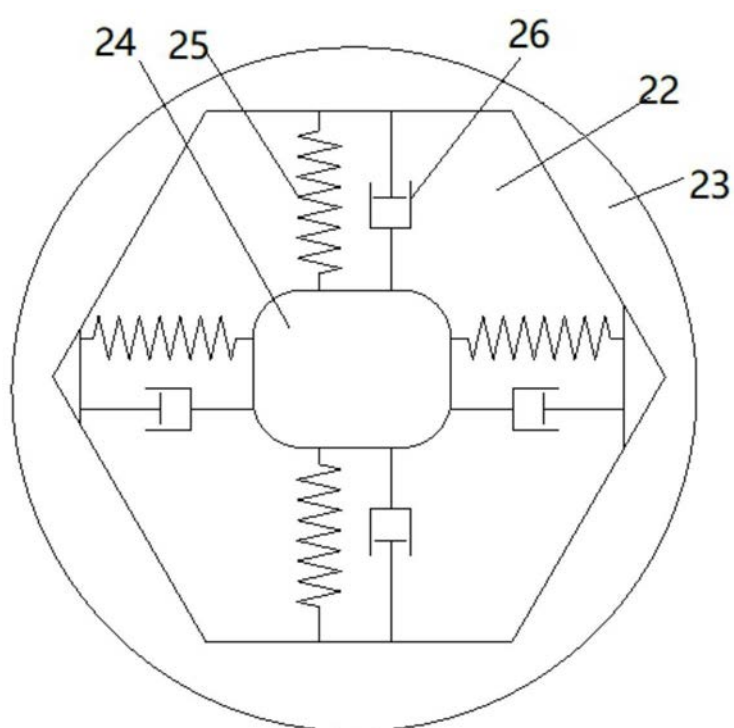


图2

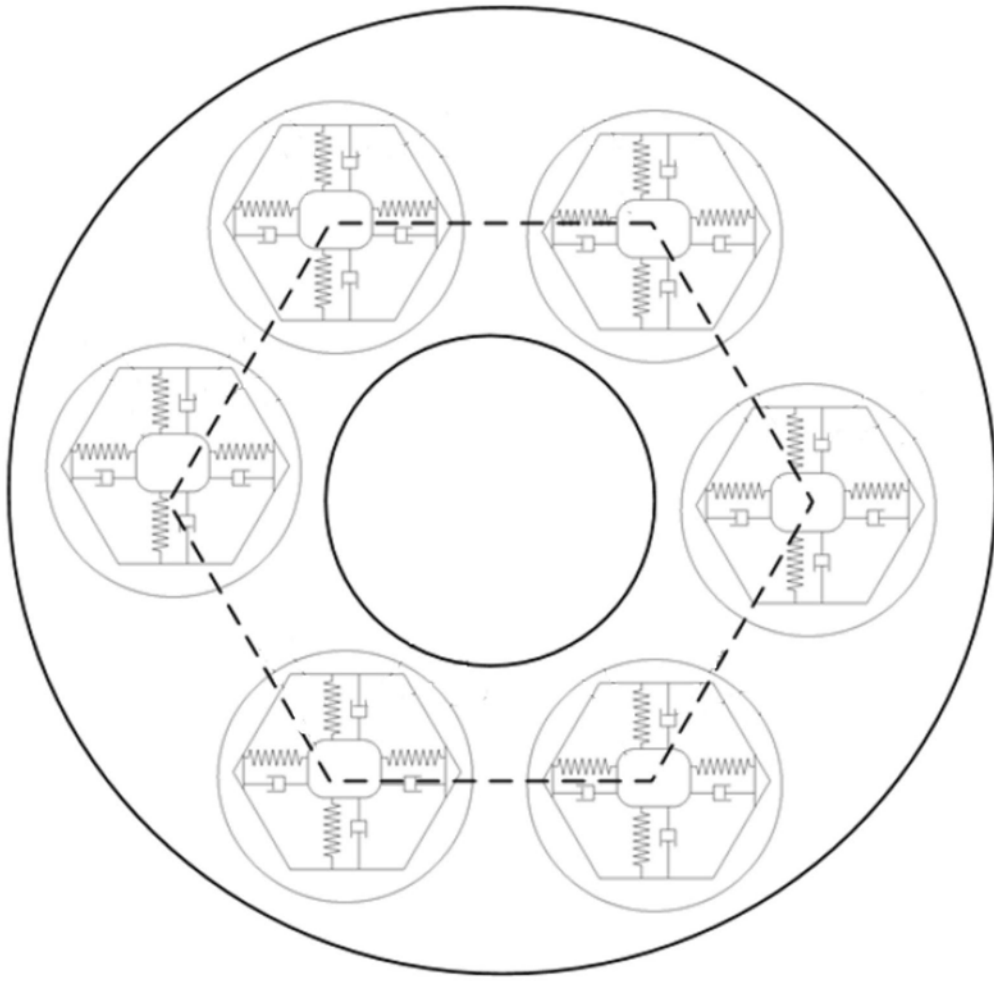


图3

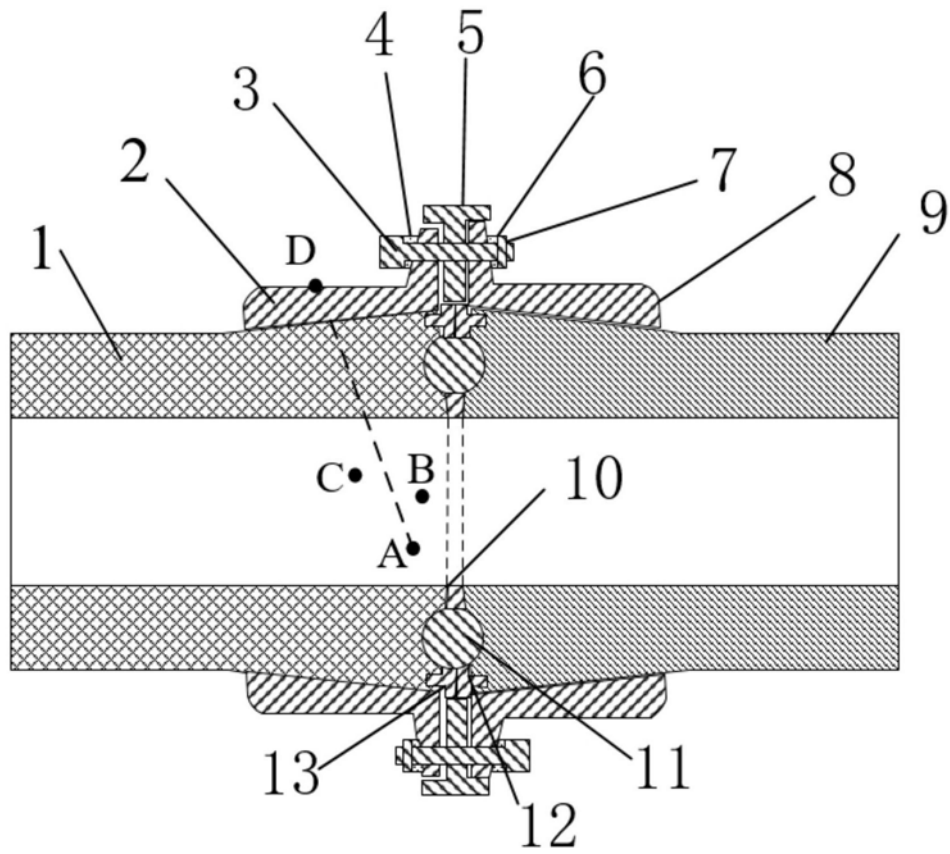


图4

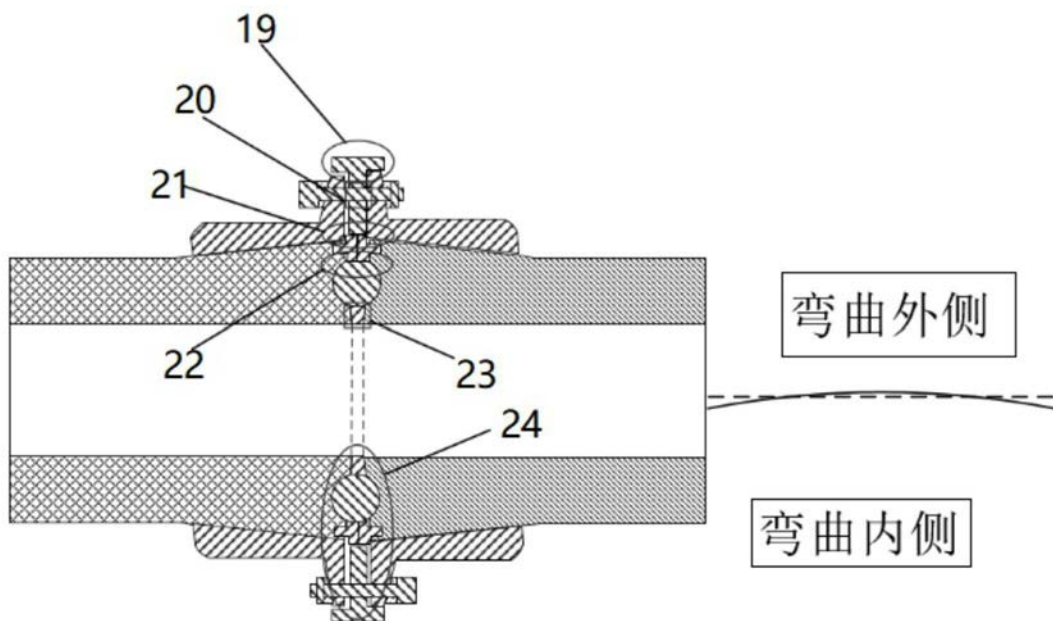


图5

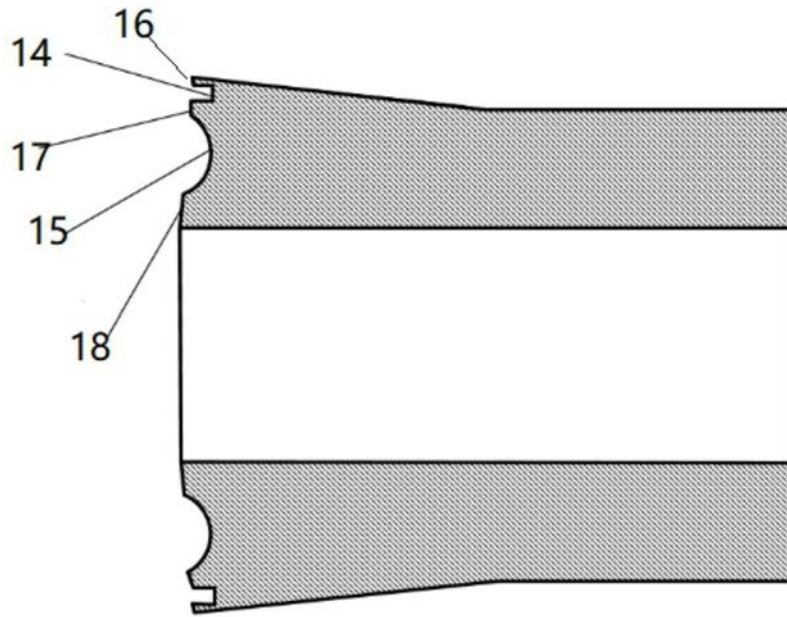


图6

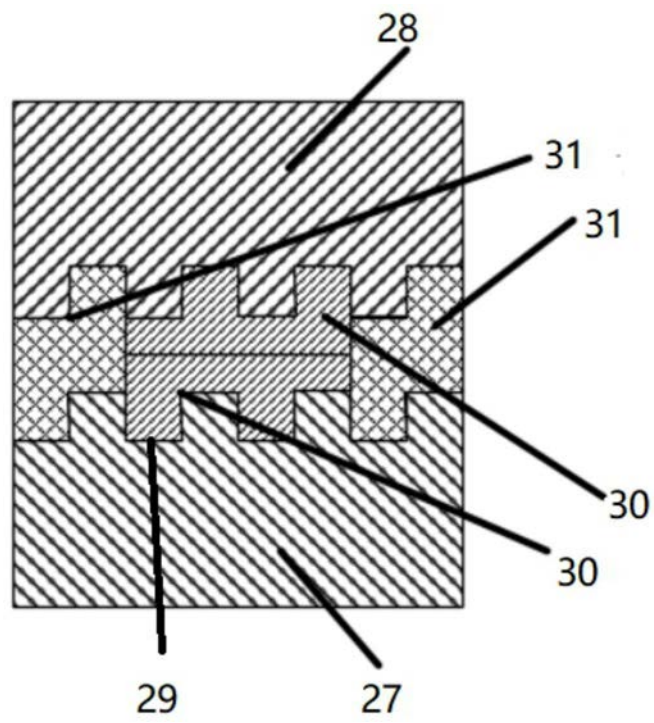


图7

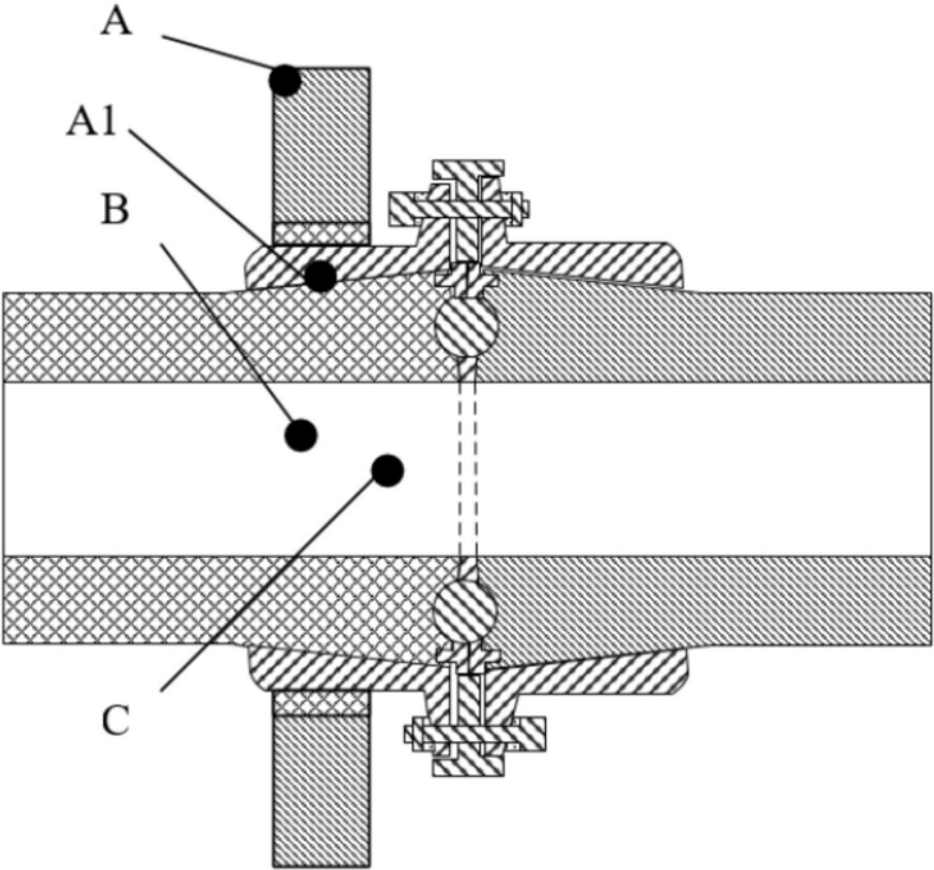


图8