



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108548034 B

(45)授权公告日 2020.06.09

(21)申请号 201810439429.9

审查员 苏文涛

(22)申请日 2018.05.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108548034 A

(43)申请公布日 2018.09.18

(73)专利权人 江苏大学镇江流体工程装备技术
研究院

地址 212001 江苏省镇江市新区丁卯经十
五路99号大学科技园43栋

专利权人 江苏大学

(72)发明人 刘厚林 张子龙 罗凯凯 王勇
王凯 董亮 谈明高

(51)Int.Cl.

F16L 51/00(2006.01)

F16L 27/12(2006.01)

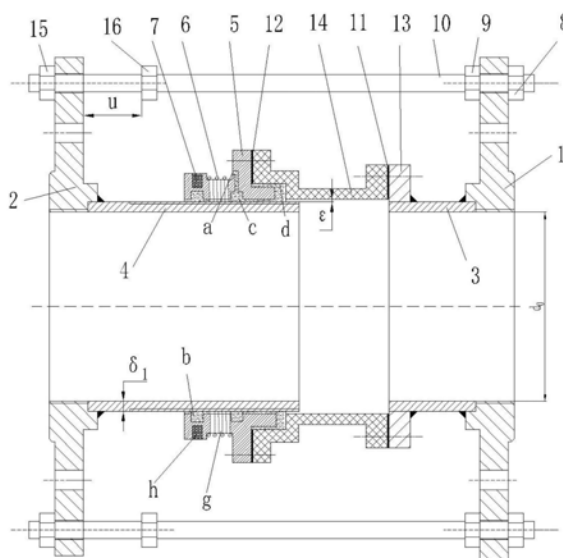
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种磁流体密封管道连接补偿装置

(57)摘要

本发明提供了一种磁流体密封管道连接补偿装置,包括连接补偿装置,所述连接补偿装置包括补偿管、密封端盖、线圈、环形永磁铁和紧固杆;所述密封端盖内壁上设有第一环形储液槽和第二环形储液槽,所述密封端盖外壁设有轴向排列环形槽一和环形槽二;所述线圈缠绕在环形槽一上,所述环形永磁铁安装在环形槽二内;所述密封端盖与联接管二的径向间隙、第一环形储液槽、第二环形储液槽和补偿管与密封端盖的径向间隙形成间隙腔,所述间隙腔内设有磁流体。本发明可以根据实际工程中不同的管路和工作压力,给出相互之间的关系,保证该磁流体密封轴向补偿装置良好的满足了密封效果。



1. 一种磁流体密封管道连接补偿装置,包括第一法兰管和第二法兰管,所述第二法兰管包括法兰盘二(2)和联接管二(4),所述法兰盘二(2)与联接管二(4)同心焊接固定;所述第一法兰管包括法兰盘一(1)、联接管一(3)和法兰环(13),所述法兰盘一(1)与法兰环(13)之间通过联接管一(3)焊接固定,其特征在于,还包括连接补偿装置,所述连接补偿装置包括补偿管(14)、密封端盖(5)、线圈(6)、环形永磁铁(7)和紧固杆(10);所述补偿管(14)一端与法兰环(13)连接,所述补偿管(14)另一端与密封端盖(5)连接,所述联接管二(4)穿入密封端盖(5),所述密封端盖(5)与联接管二(4)间隙配合;所述密封端盖(5)内壁上设有第一环形储液槽(b)和第二环形储液槽(c),所述密封端盖(5)外壁设有轴向排列环形槽一(g)和环形槽二(h);所述线圈(6)缠绕在环形槽一(g)上,所述环形永磁铁(7)安装在环形槽二(h)内;所述密封端盖(5)与联接管二(4)的径向间隙、第一环形储液槽(b)内、第二环形储液槽(c)内和补偿管(14)与密封端盖(5)的径向间隙形成间隙腔,所述间隙腔内设有磁流体(d);第一法兰管和第二法兰管通过紧固杆(10)连接,所述紧固杆(10)一端通过螺母(8,9)固定第一法兰管,所述紧固杆(10)另一端设有限位螺母(15,16),用于限制第二法兰管的轴向极限位置;

所述线圈(6)的匝数N和线圈(6)电流I,满足下面公式:

$$IN \geq \frac{P_0 L_{41} \left[(d_0 + 2\delta_1 + 2\varepsilon)^2 - (d_0 + 2\delta_1)^2 \right]}{10^6 \zeta B d_{41}}$$

其中,

P_0 —管道内流体的设计压力,Mpa;

ζ —安全系数,0.8~0.9;

B—磁流体(d)产生于线圈处的磁场强度,A/s;

I—线圈(6)内的电流,A;

N—线圈(6)的线圈匝数;

L_{41} —线圈(6)的宽度, $L_{41}=9\delta_1$,mm;

d_{41} —密封端盖(5)的内径, $d_{41}=2\delta_1+d_0+2\varepsilon$,mm;

ε —联接管二(4)和密封端盖(5)之间的径向间隙, $\varepsilon=0.02d_0$,mm。

2. 根据权利要求1所述的磁流体密封管道连接补偿装置,其特征在于,所述环形槽二(h)的一个端面与第一环形储液槽(b)的一个端面在的同一法向面上。

3. 根据权利要求1所述的磁流体密封管道连接补偿装置,其特征在于,所述环形槽一(g)位于第一环形储液槽(b)和第二环形储液槽(c)之间。

4. 根据权利要求1所述的磁流体密封管道连接补偿装置,其特征在于,所述密封端盖(5)上设有充流孔(a),所述充流孔(a)与间隙腔连通。

5. 根据权利要求1所述的磁流体密封管道连接补偿装置,其特征在于,穿入所述密封端盖(5)内的联接管二(4)外圈设有储液槽。

6. 根据权利要求1所述的磁流体密封管道连接补偿装置,所述联接管二(4)和联接管一(3)的公称直径均为 d_0 ,所述联接管二(4)的壁厚为 δ_1 ,所述联接管一(3)的壁厚为 δ_2 ,其特征在于,所述联接管二(4)壁厚 δ_1 的关系式为:

$$\delta_1 = \frac{P_0 D_0}{2 [\delta]^t E_j}, \text{ 且若 } \delta_1 \leq 4 \text{ 时, 则 } \delta_1 = 4 \text{ mm}$$

其中:

d_0 —联接管二(4)的公称直径, mm;

P_0 —管道内流体的设计压力, Mpa;

D_0 —联接管二(4)的外径, $D_0 = d_0 + 2\delta_1$, mm;

$[\delta]^t$ —联接管二(4)材料的许用应力, Mpa;

E_j —联接管二(4)的焊接接头系数;

所述联接管一(3)的壁厚为 δ_2 不小于所述联接管二(4)的壁厚为 δ_1 。

7. 根据权利要求1所述的磁流体密封管道连接补偿装置, 其特征在于, 所述环形永磁铁(7)截面宽度H满足以下要求:

$$\rho_1 L_{410} H K_4 C_4 > 4 \rho_2 L_{411} L_{48}$$

其中,

ρ_1 —环形永磁铁(7)的密度, kg/m^3 ;

K_4 —环形永磁铁(7)安全系数, $0.6 \sim 0.8$;

H—环形永磁铁(7)的截面宽度, mm;

L_{410} —环形永磁铁(7)的截面长度, $L_{410} = \delta_1$, mm;

L_{411} —第一环形储液槽(b)的截面宽度, $L_{411} = \delta_1$, mm;

L_{48} —环形永磁铁(7)的长度, $L_{48} = 1.2\delta_1$, mm;

ρ_2 —磁流体(d)密度, kg/m^3 ;

C_4 —环形永磁铁(7)的剩磁系数。

一种磁流体密封管道连接补偿装置

技术领域

[0001] 本发明涉及磁流体领域,特别涉及一种磁流体密封管道连接补偿装置。

背景技术

[0002] 专利201810034518.5一种磁流体密封的轴向补偿装置根据磁流体密封原理,采用全新设计的伸缩结构,发明了一种磁流体密封的轴向补偿装置,具有结构简单,易安装,易拆卸等特点。但并未给出各个零件部的设计方法。

发明内容

[0003] 针对现有技术中存在不足,本发明提供了一种磁流体密封的轴向补偿装置,根据实际工程中不同的管路和工作压力,对磁流体密封的轴向补偿装置中各个零部件进行设计,给出相互之间的关系,以保证该磁流体密封轴向补偿装置可以良好的补偿因管道系统轴向变形、周向自转等原因产生的间隙,保证该磁流体密封轴向补偿装置良好的满足了密封效果。

[0004] 本发明是通过以下技术手段实现上述技术目的的。

[0005] 一种磁流体密封管道连接补偿装置,包括第一法兰管和第二法兰管,所述第二法兰管包括法兰盘二和联接管二,所述法兰盘二与联接管二同心焊接固定;所述第一法兰管包括法兰盘一、联接管一和法兰环,所述法兰盘一与法兰环之间通过联接管一焊接固定,还包括连接补偿装置,所述连接补偿装置包括补偿管、密封端盖、线圈、环形永磁铁和紧固杆;所述补偿管一端与法兰环连接,所述补偿管另一端与密封端盖连接,所述联接管二穿入密封端盖,所述密封端盖与联接管二间隙配合;所述密封端盖内壁上设有第一环形储液槽和第二环形储液槽,所述密封端盖外壁设有轴向排列环形槽一和环形槽二;所述线圈缠绕在环形槽一上,所述环形永磁铁安装在环形槽二内;所述密封端盖与联接管二的径向间隙、第一环形储液槽、第二环形储液槽和补偿管与密封端盖的径向间隙形成间隙腔,所述间隙腔内设有磁流体;第一法兰管和第二法兰管通过紧固杆连接,所述紧固杆一端通过螺母固定第一法兰管,所述紧固杆另一端设有限位螺母,用于限制第二法兰管的轴向极限位置。

[0006] 进一步,所述环形槽二的一个端面与第一环形储液槽的一个端面在的同一法向面上。

[0007] 进一步,所述环形槽一位于第一环形储液槽和第二环形储液槽之间。

[0008] 进一步,所述密封端盖上设有充流孔,所述充流孔与间隙腔连通。

[0009] 进一步,穿入所述密封端盖内的联接管二外圈设有储液槽。

[0010] 进一步,所述联接管二和联接管一的公称直径均为 d_0 ,所述联接管二的壁厚为 δ_1 ,所述联接管一的壁厚为 δ_2 ,其特征在于,所述联接管二壁厚 δ_1 的关系式为:

$$[0011] \quad \delta_1 = \frac{P_0 D_0}{2 [\sigma]^t E_j}, \text{ 且若 } \delta_1 \leq 4 \text{ 时, 则 } \delta_1 = 4 \text{ mm}$$

[0012] 其中:

- [0013] d_0 —联接管二的公称直径,mm;
 [0014] P_0 —管道内流体的设计压力,Mpa;
 [0015] D_0 —联接管二的外径, $D_0=d_0+2\delta_1$,mm;
 [0016] $[\delta]^t$ —联接管二材料的许用应力,Mpa;
 [0017] E_j —联接管二的焊接接头系数;
 [0018] 所述联接管一的壁厚为 δ_2 不小于所述联接管二的壁厚为 δ_1 。
 [0019] 进一步,所述线圈的匝数 N 和线圈电流 I ,满足下面公式:

$$[0020] \quad IN \geq \frac{P_0 L_{41} \left[(d_0 + 2\delta_1 + 2\varepsilon)^2 - (d_0 + 2\delta_1)^2 \right]}{10^6 \zeta B d_{41}}$$

- [0021] 其中,
 [0022] P_0 —管道内流体的设计压力,Mpa;
 [0023] ζ —安全系数,0.8~0.9;
 [0024] B —磁流体产生于线圈处的磁场强度,A/s;
 [0025] I —线圈内的电流,A;
 [0026] N —线圈的线圈匝数;
 [0027] L_{41} —线圈的宽度, $L_{41}=9\delta_1$,mm;
 [0028] d_{41} —密封端盖的内径, $d_{41}=2\delta_1+d_0+2\varepsilon$,mm;
 [0029] ε —联接管二和密封端盖之间的径向间隙, $\varepsilon=0.02d_0$,mm。
 [0030] 进一步,所述环形永磁铁截面宽度 H 满足以下要求:

$$[0031] \quad \rho_1 L_{410} H K_4 C_4 > 4 \rho_2 L_{411} L_{48}$$

- [0032] 其中,
 [0033] ρ_1 —环形永磁铁的密度, kg/m^3 ;
 [0034] K_4 —环形永磁铁安全系数,0.6~0.8;
 [0035] H —环形永磁铁的截面宽度,mm;
 [0036] L_{410} —环形永磁铁的截面长度, $L_{410}=\delta_1$,mm;
 [0037] L_{411} —第一环形储液槽的截面宽度, $L_{411}=\delta_1$,mm;
 [0038] L_{48} —环形永磁铁的长度, $L_{48}=1.2\delta_1$,mm;
 [0039] ρ_2 —磁流体密度, kg/m^3 ;
 [0040] C_4 —环形永磁铁的剩磁系数。

[0041] 本发明的有益效果在于:

[0042] 1. 本发明所述的磁流体密封管道连接补偿装置,采用磁流体密封原理,对补偿器的结构进行设计,使其对由高压工况下管路的伸缩、轴向和角向变形等进行很好的轴向补偿。保证其对管路发生形变的适应性,保证流体管路的更加高效稳定的工作。

[0043] 2. 本发明所述的磁流体密封管道连接补偿装置,通过穿入所述密封端盖内的联接管二外圈设有储液槽,增加储液量,增加储液介质在流动中的摩擦力,确保密封效果。

[0044] 2. 本发明所述的磁流体密封管道连接补偿装置,根据实际工程中不同的管路和工作压力,对磁流体密封的轴向补偿装置中各个零部件进行设计,给出相互之间的关系,以保证该磁流体密封轴向补偿装置可以良好的补偿因管道系统轴向变形、周向自转等原因产生

的间隙,保证该磁流体密封轴向补偿装置良好的满足了密封效果。

附图说明

[0045] 图1为本发明所述磁流体密封管道连接补偿装置的结构图。

[0046] 图2为本发明所述密封端盖的外形图。

[0047] 图3为图2的局部放大图。

[0048] 图中:

[0049] 1-法兰盘一;2-法兰盘二;3-联接管一;4-联接管二;5-密封端盖;6-线圈;7-环形永磁铁;8-第一螺母;9-第二螺母;10-紧固杆;11-密封垫片一;12-密封垫片二;13-法兰环;14-补偿管;15-第一限位螺母;16-第二限位螺母;a-充流孔;b-第一环形储液槽;c-第二环形储液槽;d-磁流体;g-环形槽一;h-环形槽二。

具体实施方式

[0050] 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。

[0051] 如图1和图2所示,本发明所述的磁流体密封管道连接补偿装置,包括第一法兰管、第二法兰管和连接补偿装置,所述第二法兰管包括法兰盘二2和联接管二4,所述法兰盘二2与联接管二4同心焊接固定;所述第一法兰管包括法兰盘一1、联接管一3和法兰环13,所述法兰盘一1与法兰环13之间通过联接管一3焊接固定。

[0052] 所述连接补偿装置包括补偿管14、密封端盖5、线圈6、环形永磁铁7和紧固杆10;所述补偿管14一端与法兰环13连接,所述补偿管14另一端与密封端盖5连接,所述联接管二4穿入密封端盖5,所述密封端盖5与联接管二4间隙配合;所述密封端盖5内壁上设有第一环形储液槽b和第二环形储液槽c,所述密封端盖5外壁设有轴向排列环形槽一g和环形槽二h;所述线圈6缠绕在环形槽一g上,所述环形永磁铁7安装在环形槽二h内;所述密封端盖5与联接管二4的径向间隙、第一环形储液槽b内、第二环形储液槽c内和补偿管14与密封端盖5的径向间隙形成间隙腔,所述间隙腔内设有磁流体d;第一法兰管和第二法兰管通过紧固杆10连接,所述紧固杆10一端通过第一螺母8和第二螺母9锁紧固定法兰盘一1,所述紧固杆10另一端上设有第一限位螺母15和第二限位螺母16,所述法兰盘二2在第一限位螺母15和第二限位螺母16之间,用于限制第二法兰管的轴向移动的位置,图1中可以看出所述法兰盘二2移动最大位置位于第一限位螺母15处,所述法兰盘二2移动最小位置位于第二限位螺母16处。图中可以看出法兰盘二2移动距离为u。

[0053] 所述环形槽二h的一个端面与第一环形储液槽b的一个端面在的同一法向面上,所述环形槽一g位于第一环形储液槽b和第二环形储液槽c之间,所述密封端盖5上设有充流孔a,所述充流孔a与间隙腔连通,通过充流孔a对间隙腔进行补充磁流体d,当补充完磁流体d,通过螺钉关闭充流孔a;由于密封端盖5上的环形永磁铁7的磁场作用,磁流体d充斥在间隙腔内,达到很好的密封效果;当管道内压力较大时,对线圈6加交流电,增强密封端盖5处的磁场,保证磁流体d的不溢出;同时由于第一限位螺母15和第二限位螺母16限定法兰盘二2轴向位置,可以使该发明很好的对管路的伸缩、轴向变形等进行很好的轴向补偿。

[0054] 穿入所述密封端盖5内的联接管二4外圈设有储液槽,所述储液槽为螺旋槽,增加

储液量,增加储液介质在流动中的摩擦力,确保密封效果。

[0055] 所述联接管一3、联接管二4、第一螺母8、第二螺母9、紧固杆10、法兰环13、补偿管14、第一限位螺母15和第二限位螺母16可以为不锈钢材质或者优质结构钢,密封端盖5采用导磁金属材料。

[0056] 所述联接管二4和联接管一3的公称直径均为 d_0 ,所述联接管二4的壁厚为 δ_1 ,所述联接管一3的壁厚为 δ_2 ,所述联接管二4壁厚 δ_1 的关系式为:

$$[0057] \quad \delta_1 = \frac{P_0 D_0}{2 [\delta]^t E_j}, \text{且若 } \delta_1 \leq 4 \text{ 时, 则 } \delta_1 = 4 \text{ mm}$$

[0058] 其中:

[0059] d_0 —联接管二4的公称直径,mm;

[0060] P_0 —管道内流体的设计压力,Mpa;

[0061] D_0 —联接管二4的外径, $D_0 = d_0 + 2\delta_1$,mm;

[0062] $[\delta]^t$ —联接管二4材料的许用应力,Mpa;

[0063] E_j —联接管二4的焊接接头系数;

[0064] 所述联接管一3的壁厚为 δ_2 不小于所述联接管二4的壁厚为 δ_1 。

[0065] 所述线圈6的匝数N和线圈6电流I,满足下面公式:

$$[0066] \quad IN \geq \frac{P_0 L_{41} \left[(d_0 + 2\delta_1 + 2\varepsilon)^2 - (d_0 + 2\delta_1)^2 \right]}{10^6 \zeta B d_{41}}$$

[0067] 其中,

[0068] P_0 —管道内流体的设计压力,Mpa;

[0069] ζ —安全系数,0.8~0.9;

[0070] B—磁流体d产生于线圈处的磁场强度,A/s;

[0071] I—线圈6内的电流,A;

[0072] N—线圈6的线圈匝数;

[0073] L_{41} —线圈6的宽度, $L_{41} = 9\delta_1$,mm;

[0074] d_{41} —密封端盖5的内径, $d_{41} = 2\delta_1 + d_0 + 2\varepsilon$,mm;

[0075] ε —联接管二4和密封端盖5之间的径向间隙, $\varepsilon = 0.02d_0$,mm。

[0076] 所述环形永磁铁7截面宽度H满足以下要求:

$$[0077] \quad \rho_1 L_{410} H K_4 C_4 > 4 \rho_2 L_{411} L_{48}$$

[0078] 其中,

[0079] ρ_1 —环形永磁铁7的密度, kg/m^3 ;

[0080] K_4 —环形永磁铁7安全系数,0.6~0.8;

[0081] H—环形永磁铁7的截面宽度,mm;

[0082] L_{410} —环形永磁铁7的截面长度, $L_{410} = \delta_1$,mm;

[0083] L_{411} —第一环形储液槽b的截面宽度, $L_{411} = \delta_1$,mm;

[0084] L_{48} —环形永磁铁7的长度, $L_{48} = 1.2\delta_1$,mm;

[0085] ρ_2 —磁流体d密度, kg/m^3 ;

[0086] C_4 —环形永磁铁7的剩磁系数。

[0087] 实施例：

[0088] 清水运输管道，其管道内径为50mm，设计压力为 $P_0=4\text{MPa}$ ，管道采用法兰接头，所述联接管二(4)和联接管一(3)的公称直径均为 $d_0=50\text{mm}$ ，所述联接管二(4)和联接管一(3)选用材料为Q345D，材料的许用应力 $[\delta]^t=174\text{MPa}$ ；根据《钢制压力容器》GB150-1998规定联接管一(3)、联接管二(4)的焊接接头系数 E_j 选取值为0.9；所述联接管二4壁厚 δ_1 为：

$$[0089] \quad \delta_1 = \frac{P_0 D_0}{2 [\delta]^t E_j}$$

[0090] 其中：

[0091] d_0 —联接管二4的公称直径，mm；

[0092] P_0 —管道内流体的设计压力，Mpa；

[0093] D_0 —联接管二4的外径， $D_0=d_0+2\delta_1$ ，mm；

[0094] $[\delta]^t$ —联接管二4材料的许用应力，Mpa；

[0095] E_j —联接管二4的焊接接头系数；

[0096] 计算出所述联接管二4壁厚 δ_1 为0.65mm，由于 $\delta_1 \leq 4$ 时，则 $\delta_1=4\text{mm}$ 。 δ_2 也为4mm。

[0097] 所述线圈6的匝数N和线圈6电流I，满足下面公式：

$$[0098] \quad IN \geq \frac{P_0 L_{41} \left[(d_0 + 2\delta_1 + 2\varepsilon)^2 - (d_0 + 2\delta_1)^2 \right]}{10^6 \zeta B d_{41}}$$

[0099] 其中，

[0100] P_0 —管道内流体的设计压力，Mpa；

[0101] ζ —安全系数，0.8~0.9；

[0102] B—磁流体d产生于线圈处的磁场强度，A/s；

[0103] I—线圈6内的电流，A；

[0104] N—线圈6的线圈匝数；

[0105] L_{41} —线圈6的宽度， $L_{41}=9\delta_1$ ，mm；

[0106] d_{41} —密封端盖5的内径， $d_{41}=2\delta_1+d_0+2\varepsilon$ ，mm；

[0107] ε —联接管二4和密封端盖5之间的径向间隙， $\varepsilon=0.02d_0$ ，mm。

[0108] 所述线圈6的磁场强度B为10A/S，安全系数 ζ 为0.8， $d_{41}=60\text{mm}$ ， $L_{41}=36\text{mm}$ ，则所述线圈6的匝数N和线圈6电流I，满足下面公式：

[0109] $IN \geq 3.752 \times 10^5 \text{ (A)}。$

[0110] 所述环形永磁铁7截面宽度H满足以下要求：

[0111] $\rho_1 L_{410} H K_4 C_4 > 4 \rho_2 L_{411} L_{48}$

[0112] 其中，

[0113] ρ_1 —环形永磁铁7的密度， kg/m^3 ；

[0114] K_4 —环形永磁铁7安全系数，0.6~0.8；

[0115] H—环形永磁铁7的截面宽度，mm；

[0116] L_{410} —环形永磁铁7的截面长度， $L_{410}=\delta_1$ ，mm；

[0117] L_{411} —第一环形储液槽b的截面宽度， $L_{411}=\delta_1$ ，mm；

[0118] L_{48} —环形永磁铁7的长度, $L_{48}=1.2\delta_1, \text{mm}$;

[0119] ρ_2 —磁流体d密度, kg/m^3 ;

[0120] C_4 —环形永磁铁7的剩磁系数。

[0121] 所述环形永磁铁7采用的材料为烧结钕铁硼, $\rho_1=7500\text{kg}/\text{m}^3$, 密封端盖5内采用水基磁流体 MeFe_2O_4 , 密度为 $\rho_2=3000\text{kg}/\text{m}^3$, 磁铁安全系数 K_4 取0.6, 环形永磁铁7的剩磁系数 C_4 为12; $L_{48}=4.8\text{mm}$, $L_{410}=4\text{mm}$, $L_{411}=4\text{mm}$, 则装置环形永磁铁7的厚度H应满足以下要求:

[0122] $7500 \times H \times 0.6 \times 4 > 4 \times 3000 \times 4 \times 4.8$

[0123] 即: $H > 4.27\text{mm}$ 。H取4.5mm。

[0124] 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。

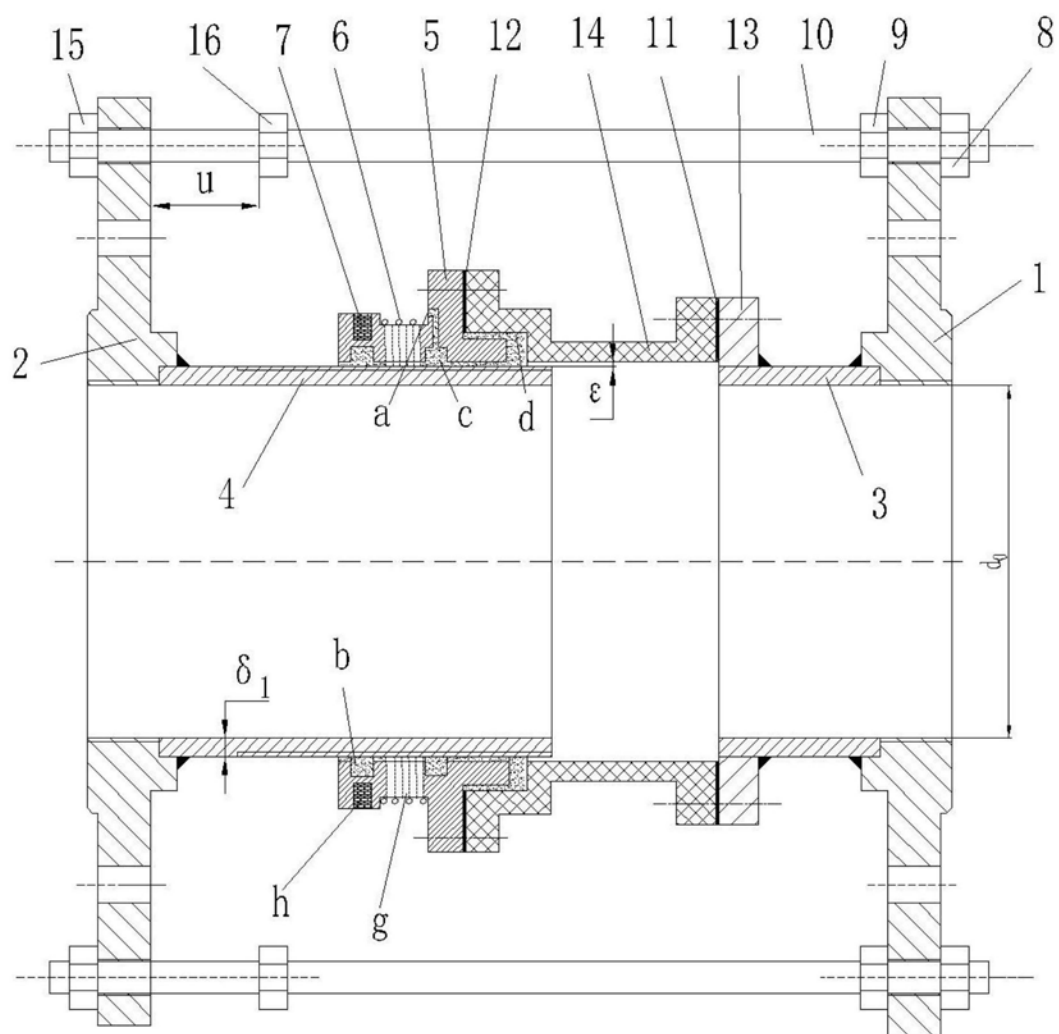


图1

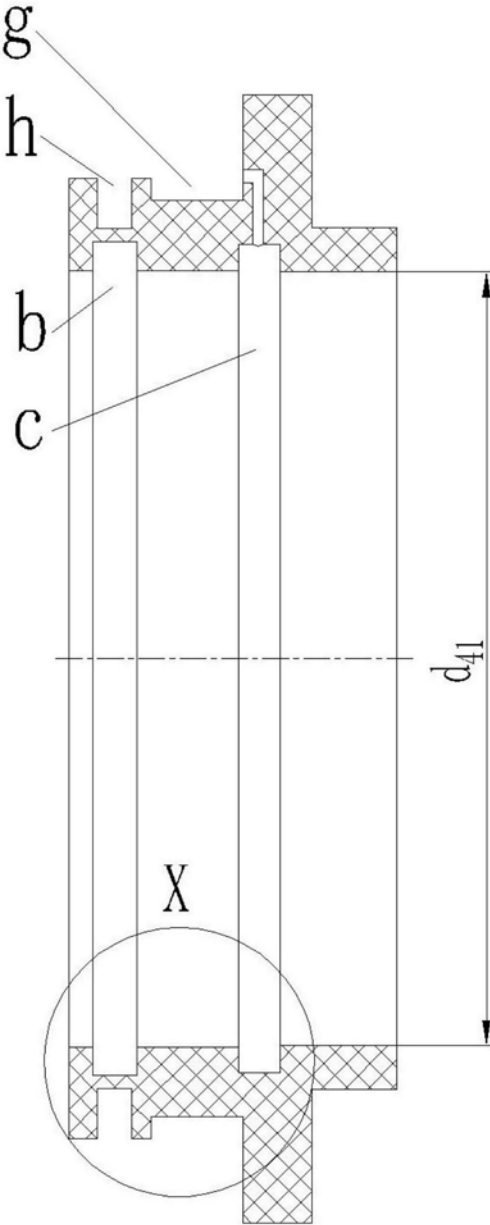


图2

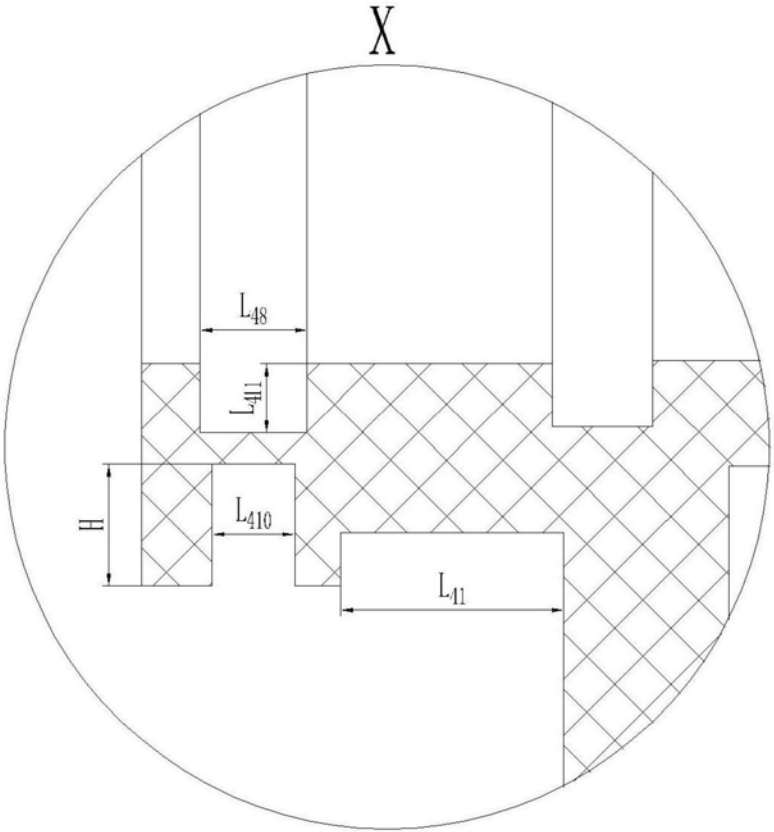


图3