



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106653115 B

(45)授权公告日 2018.01.02

(21)申请号 201710013124.7

(22)申请日 2017.01.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106653115 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 中国核动力研究设计院
地址 610000 四川省成都市一环路南三段
28号

(72)发明人 毕景良 谢峰 徐建军 黄彦平

(74)专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 高俊

(51)Int.Cl.

G21C 17/00(2006.01)

G21C 17/12(2006.01)

(56)对比文件

- CN 106227975 A,2016.12.14,
- CN 102313641 A,2012.01.11,
- CN 104681110 A,2015.06.03,
- CN 104897363 A,2015.09.09,
- CN 101794631 A,2010.08.04,
- CN 104934082 A,2015.09.23,
- CN 105136843 A,2015.12.09,
- CN 204694357 U,2015.10.07,
- CN 105004507 A,2015.10.28,
- US 2004/0065868 A1,2004.04.08,
- RU 2151383 C1,2000.06.20,

审查员 华艳

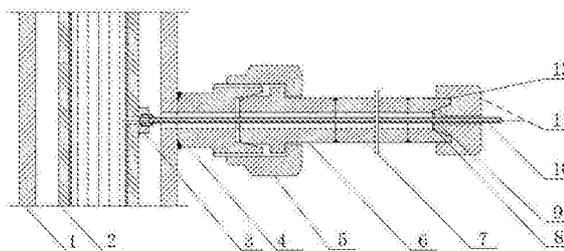
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种运动条件下的棒束通道压差测量组件

(57)摘要

本发明公开了一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,包括流道板,所述流道板为其上设置有流道的中空结构,流道板的流道内还设置有加热棒,还包括设置于流道板上的测压装置,所述测压装置用于测量所述流道周向上不同点各点的压力或测量点与点之间的压差,所述不同点均位于流道的同一轴线位置。以用于开展运动条件下的棒束通道流动与传热特性研究或实验。



1. 一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,包括流道板(2),所述流道板(2)为其上设置有流道的中空结构,流道板(2)的流道内还设置有加热棒,其特征在于,还包括设置于流道板(2)上的测压装置,所述测压装置用于测量所述流道周向上不同点各点的压力或测量点与点之间的压差,所述不同点均位于流道的同一轴向位置。

2. 根据权利要求1所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,所述测压装置包括压差传感器及两个引压元件,所述引压元件包括第一螺纹接头(3)及与第一螺纹接头(3)螺纹连接的引压管(10),所述第一螺纹接头(3)固定于流道板(2)的外壁上,且两个第一螺纹接头(3)位于流道板(2)同一轴向位置上,两个第一螺纹接头(3)位于流道板(2)不同的周向位置上;

所述引压管(10)均与流道相通,各引压管(10)的自由端分别连接在压差传感器的不同压力引入端上。

3. 根据权利要求2所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,两个引压元件的取压点相对于流道板(2)的中心呈对称分布。

4. 根据权利要求2所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,还包括筒体(1),所述流道板(2)设置于筒体(1)的中空区域内,所述筒体(1)的壁面上设置有用引压管(10)穿过筒体(1)侧壁的通孔;

所述引压元件还包括第二螺纹接头(4)、第一压紧螺母(5)、密封头(6)、连接管(7)、密封垫圈(8)及第二压紧螺母(11),所述第二螺纹接头(4)、密封头(6)、连接管(7)均为管状结构;

所述第二螺纹接头(4)的一端固定于筒体(1)上,所述第一压紧螺母(5)用于实现密封头(6)的一端与第二螺纹接头(4)另一端的连接,所述连接管(7)的一端与密封头(6)的另一端固定连接,所述连接管(7)的另一端上还设置有用以实现连接管(7)与第二压紧螺母(11)螺纹连接的第三螺纹接头(12),所述密封垫圈(8)设置于连接管(7)与第二压紧螺母(11)的配合面上,在第二压紧螺母(11)旋紧的过程中,所述密封垫圈(8)的内侧与引压管(10)之间的压应力逐渐增大,密封垫圈(8)的外侧与连接管(7)之间的压应力逐渐增大;

所述引压管(10)由第二压紧螺母(11)上引出。

5. 根据权利要求4所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,所述连接管(7)另一端管孔的端部呈锥形,且管孔锥形段的面积较大端靠近连接管(7)的端部;

所述密封垫圈(8)的外形与所述锥形匹配,密封垫圈(8)镶嵌于所述锥形段中。

6. 根据权利要求5所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,还包括设置于所述锥形段内侧的密封块(9),所述密封块(9)上设置有用引压管(10)穿过的通孔。

7. 根据权利要求1所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,所述测压装置为多个,且各测压装置位于流道板(2)不同的轴向位置。

8. 根据权利要求1所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,还包括设置于流道板(2)入口端处的入口压力测量装置及设置于流道板(2)出口端处的出口压力测量装置。

9. 根据权利要求1所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,所述加热棒为由导电材料制成圆管。

10. 根据权利要求9所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,其特征在于,所述流道板(2)为由两块槽钢拼接而成的矩形管状结构,两块槽钢通过连接螺栓(13)连接,所述流道的壁面上还设置有绝缘层(14),且绝缘层(14)上设置有用于均压的通孔,所述加热棒均位于绝缘层(14)的内侧。

一种运动条件下的棒束通道压差测量组件

技术领域

[0001] 本发明涉及用于模拟核反应堆工作状态的模拟装置技术领域,特别是涉及一种运动条件下的棒束通道压差测量组件。

背景技术

[0002] 不同于常规核反应堆装置,浮动核电站、核动力舰船、船舶在运行时会受海洋条件的影响。海洋运动产生的外力场会改变冷却剂通道进出口的有效高度差与加速度场,也会改变流体惯性力和粘性力的相对大小,使速度边界层、热边界层特性等发生改变,同时,流道几何构型不同,阻力特性也不同。阻力特性的变化会直接引起流量、汽泡演化等热工水力特性的变化。

[0003] 棒束通道是常用的反应堆堆芯组件。在运动条件下,由于运动引起的附加力,导致液体的流动阻力发生变化,由于棒束燃料组件结构的特殊性,其流动、传热等热工水力特性与简单通道存在差异,因此,对运动条件下棒束燃料组件的热工水力参数研究具有重要意义。

[0004] 现有技术中没有涉及在运动条件下细棒束燃料组件热工水力实验装置通道的测压组件技术,因此,有必要研制一种运动条件下对棒束通道进行测压的组件,以便于开展运动条件下棒束通道的流动与传热特性试验或研究。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,所述组件可用于对运动条件下的棒束通道进行压差测量,以用于开展运动条件下的棒束通道流动与传热特性研究或实验。

[0006] 为解决上述问题,本发明提供的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件通过以下技术要点来解决问题:一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,包括流道板,所述流道板为其上设置有流道的中空结构,流道板的流道内还设置有加热棒,还包括设置于流道板上的测压装置,所述测压装置用于测量所述流道周向上不同点各点的压力或测量点与点之间的压差,所述不同点均位于流道的同一轴向位置。

[0007] 为了测量运动对棒束通道周向上不同位置压力的影响,本方案中,相当于在流道板的一个截面边缘的不同位置布置了一个测压点或取压点,静止条件下,棒束通道周向位置各点的压力值基本相同。而倾斜工况及运动工况下,处于流道不同周向位置处的测压点或取压点受重力、运动加速度等的影响,压力特性会有一定差别。因此本案中,在不同周向位置布置两个或以上测压点或取压点,将方便比较倾斜及运动条件对流道压力的影响。具体的,对以上测压装置所获取的各个点的压力值作差,或通过直接得到的压差,可反映棒束通道,即所述的流道不同周向位置处压力受倾斜和运动的影响,所述压差值能够用于运动条件下棒束通道的流动阻力特性试验、用于开展运动条件下的棒束通道流动与传热特性研究或实验等。

[0008] 更进一步的技术方案为：

[0009] 作为测压装置的具体实现方式，所述测压装置包括压差传感器及两个引压元件，所述引压元件包括第一螺纹接头及与第一螺纹接头螺纹连接的引压管，所述第一螺纹接头固定于流道板的外壁上，且两个第一螺纹接头位于流道板同一轴向位置上，两个第一螺纹接头位于流道板不同的周向位置上；

[0010] 所述引压管均与流道相通，各引压管的自由端分别连接在压差传感器的不同压力引入端上。本方案中，通过引压管向压差传感器引入流道板某一横截面周向上不同两点的压力值，即可获得压差数据，以上引压管与第一螺纹接头形成了可拆卸的连接形式，便于测压装置的装配与维护，同时可降低维护成本。本方案中，第一螺纹接头焊接在流道板上，引压管的端部位于流道的外侧，这样，可避免取压造成流道板内流体流动状态发生改变。

[0011] 为避免引压元件对通道内的流体形成流场扰动或减少扰动程度，也为了方便地比较倾斜和运动条件对通道内相应位置压差的影响，两个引压元件的取压点相对于流道板的中心呈对称分布。

[0012] 由于棒束通道的压力高达15MPa，流体温度也较高，因此取压测点需要有效的密封技术，作为一种密封可靠性高的实现方案，还包括筒体，所述流道板设置于筒体的中空区域内，所述筒体的壁面上设置有用于引压管穿过筒体侧壁的通孔；

[0013] 所述引压元件还包括第二螺纹接头、第一压紧螺母、密封头、连接管、密封垫圈及第二压紧螺母，所述第二螺纹接头、密封头、连接管均为管状结构；

[0014] 所述第二螺纹接头的一端固定于筒体上，所述第一压紧螺母用于实现密封头的一端与第二螺纹接头另一端的连接，所述连接管的一端与密封头的另一端固定连接，所述连接管的另一端上还设置有用于实现连接管与第二压紧螺母螺纹连接的第三螺纹接头，所述密封垫圈设置于连接管与第二压紧螺母的配合面上，在第二压紧螺母旋紧的过程中，所述密封垫圈的内侧与引压管之间的压应力逐渐增大，密封垫圈的外侧与连接管之间的压应力逐渐增大；

[0015] 所述引压管由第二压紧螺母上引出。

[0016] 本方案中，第二螺纹接头可焊接在筒体上，第一压紧螺母与第二螺纹接头螺纹连接的过程中，可通过在密封头上设置凸台，第一压紧螺母对凸台的压应力可用于实现密封头端部与第二螺纹接头端部的密封，连接管与密封头的连接可采用焊接连接，密封头与连接管也可采用整体形式，第二压紧螺母与第三螺纹接头螺纹连接的过程中，可对密封垫圈施加压力，以实现连接管相对于流道板为外端的一端的密封。本方案中，由于采用到了连接管，这样，以上连接管可用于散热，此情况下，即使将密封垫圈设置为材质为聚四氟乙烯垫圈，密封垫圈也能长期保持良好的密封效果；同时本案中，作为本领域技术人员，考虑到引压管的承压能力和在流道板上开孔对流道板承压能力的影响，所述引压管的直径不宜过大，而以上方案中，相当于对引压管有两处约束，这样，可保证引压管具有较长的使用寿命；同时，由于第一螺纹接头处相互啮合的螺纹在受热时刚度变差，而对引压管具有两处约束，两处约束位置之间的引压管在热变形时，由引压管传递至以上所述的相互啮合的螺纹上的压应力可有效增加第一螺纹接头处密封性能的稳定性；同时以上方案各部件之间的连接关系均为可拆卸连接关系，可方便本组件的装配与维护，同时可减少维护成本。

[0017] 作为一种可提升和保证密封垫圈密封性能的实现方案，所述连接管另一端管孔的

端部呈锥形,且管孔锥形段的面积较大端靠近连接管的端部;

[0018] 所述密封垫圈的外形与所述锥形匹配,密封垫圈镶嵌于所述锥形段中。

[0019] 为便于控制密封垫圈在第二压紧螺母等的挤压下的变形方向,还包括设置于所述锥形段内侧的密封块,所述密封块上设置有用于引压管穿过的通孔。以上密封块用于对密封垫圈的端部进行阻挡,这样,在第二压紧螺母拧紧的过程中,可使得两个密封面上具有足够的密封比压。

[0020] 为实现沿着流道板的长度方向,获得多个压差值以供棒束通道在运动条件下其上流道内压力变化研究,所述测压装置为多个,且各测压装置位于流道板不同的轴向位置。同时,设置为测压装置为多个且对测压装置的位置进行限定,还能够验证单个测压装置所得值的准确性。

[0021] 为便于获得流道进出口的压力,以便于获得准确的棒束通道内的阻力特性,还包括设置于流道板入口端处的入口压力测量装置及设置于流道板出口端处的出口压力测量装置。

[0022] 作为一种便于在流道内设置热电偶以获取流道内的温度分布,以用于研究运动状态下棒束通道内的温度分布特性,且热电偶不影响流道内流体流动状态的实现方案,所述加热棒为由导电材料制成圆管。本方案中,热电偶可设置于加热棒中。

[0023] 作为一种便于本组件装配与维护、便于减少维护成本的技术方案,所述流道板为由两块槽钢拼接而成的矩形管状结构,两块槽钢通过连接螺栓连接,所述流道的壁面上还设置有绝缘层,且绝缘层上设置有用于均压的通孔,所述加热棒均位于绝缘层的内侧。以上绝缘层用作实现流道板与流体的绝缘和隔离,作为本领域技术人员,由于绝缘层和流道板上需要开设引压孔,所述绝缘层可延伸至在所述引压孔的壁面上,同时,在引压管与第一螺纹接头之间和/或第一螺纹接头与流道板之间也设置绝缘材料。进一步的,以上绝缘层采用陶瓷板,以利用陶瓷板性能的稳定性提高绝缘层的使用寿命。

[0024] 本发明具有以下有益效果:

[0025] 为了测量运动对棒束通道周向上不同位置压力的影响,本方案中,相当于在流道板的一个截面边缘的不同位置布置了一个测压点或取压点,静止条件下,棒束通道周向位置各点的压力值基本相同。而倾斜工况及运动工况下,处于流道不同周向位置处的测压点或取压点受重力、运动加速度等的影响,压力特性会有一定差别。因此本案中,在不同周向位置布置两个或以上测压点或取压点,将方便比较倾斜及运动条件对流道压力的影响。

[0026] 对以上测压装置所获取的各个点的压力值作差,或通过直接得到的压差,可反映棒束通道,即所述的流道不同周向位置处压力受倾斜和运动的影响,所述压差值能够用于运动条件下棒束通道的流动阻力特性试验、用于开展运动条件下的棒束通道流动与传热特性研究或实验等。

附图说明

[0027] 图1为本发明所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件一个具体实施例的主视剖视图;

[0028] 图2为本发明所述的一种运动条件下的棒束通道压差测量组件一个具体实施例的侧视剖视图。

[0029] 图中标记分别为:1、筒体,2、流道板,3、第一螺纹接头,4、第二螺纹接头,
[0030] 5、第一压紧螺母,6、密封头,7、连接管,8、密封垫圈,9、密封块,10、引压管,11、第二压紧螺母,12、第三螺纹接头,13、连接螺栓,14、绝缘层。

具体实施方式

[0031] 下面结合实施例对本发明作进一步的详细说明,但是本发明不仅限于以下实施例:

[0032] 实施例1:

[0033] 如图1和图2所示,一种运动条件下的棒束通道压差测量组件,包括流道板2,所述流道板2为其上设置有流道的中空结构,流道板2的流道内还设置有加热棒,还包括设置于流道板2上的测压装置,所述测压装置用于测量所述流道周向上不同点各点的压力或测量点与点之间的压差,所述不同点均位于流道的同一轴向位置。

[0034] 为了测量运动对棒束通道周向上不同位置压力的影响,本方案中,相当于在流道板2的一个截面边缘的不同位置布置了一个测压点或取压点,静止条件下,棒束通道周向位置各点的压力值基本相同。而倾斜工况及运动工况下,处于流道不同周向位置处的测压点或取压点受重力、运动加速度等的影响,压力特性会有一定差别。因此本案中,在不同周向位置布置两个或以上测压点或取压点,将方便比较倾斜及运动条件对流道压力的影响。具体的,对以上测压装置所获取的各个点的压力值作差,或通过直接得到的压差,可反映棒束通道,即所述的流道不同周向位置处压力受倾斜和运动的影响,所述压差值能够用于运动条件下棒束通道的流动阻力特性试验、用于开展运动条件下的棒束通道流动与传热特性研究或实验等。

[0035] 实施例2:

[0036] 本实施例在实施例1的基础上作进一步限定,如图1和图2所示,作为测压装置的具体实现方式,所述测压装置包括压差传感器及两个引压元件,所述引压元件包括第一螺纹接头3及与第一螺纹接头3螺纹连接的引压管10,所述第一螺纹接头3固定于流道板2的外壁上,且两个第一螺纹接头3位于流道板2同一轴向位置上,两个第一螺纹接头3位于流道板2不同的周向位置上;

[0037] 所述引压管10均与流道相通,各引压管10的自由端分别连接在压差传感器的不同压力引入端上。本方案中,通过引压管10向压差传感器引入流道板2某一横截面周向上不同两点的压力值,即可获得压差数据,以上引压管10与第一螺纹接头3形成了可拆卸的连接形式,便于测压装置的装配与维护,同时可降低维护成本。本方案中,第一螺纹接头3焊接在流道板2上,引压管10的端部位于流道的外侧,这样,可避免取压造成流道板2内流体流动状态发生改变。

[0038] 为避免引压元件对通道内的流体形成流场扰动或减少扰动程度,两个引压元件的取压点相对于流道板2的中心呈对称分布。

[0039] 由于棒束通道的压力高达15MPa,流体温度也较高,因此取压测点需要有效的密封技术,作为一种密封可靠性高的实现方案,还包括筒体1,所述流道板2设置于筒体1的中空区域内,所述筒体1的壁面上设置有用引压管10穿过筒体1侧壁的通孔;

[0040] 所述引压元件还包括第二螺纹接头4、第一压紧螺母、密封头6、连接管7、密封垫圈

8及第二压紧螺母11,所述第二螺纹接头4、密封头6、连接管7均为管状结构;

[0041] 所述第二螺纹接头4的一端固定于筒体1上,所述第一压紧螺母5用于实现密封头6的一端与第二螺纹接头4另一端的连接,所述连接管7的一端与密封头6的另一端固定连接,所述连接管7的另一端上还设置有用于实现连接管7与第二压紧螺母11螺纹连接的第三螺纹接头12,所述密封垫圈8设置于连接管7与第二压紧螺母11的配合面上,在第二压紧螺母11旋紧的过程中,所述密封垫圈8的内侧与引压管10之间的压应力逐渐增大,密封垫圈8的外侧与连接管7之间的压应力逐渐增大;

[0042] 所述引压管10由第二压紧螺母11上引出。

[0043] 本方案中,第二螺纹接头4可焊接在筒体1上,第一压紧螺母5与第二螺纹接头4螺纹连接的过程中,可通过在密封头6上设置凸台,第一压紧螺母5对凸台的压应力可用于实现密封头6端部与第二螺纹接头4端部的密封,连接管7与密封头6的连接可采用焊接连接,密封头6与连接管7也可采用整体形式,第二压紧螺母11与第三螺纹接头12螺纹连接的过程中,可对密封垫圈8施加压力,以实现连接管7相对于流道板2为外端的一端的密封。本方案中,由于采用到了连接管7,这样,以上连接管7可用于散热,此情况下,即使将密封垫圈8设置为材质为聚四氟乙烯垫圈,密封垫圈8也能长期保持良好的密封效果;同时本案中,作为本领域技术人员,考虑到引压管10的承压能力和在流道板2上开孔对流道板2承压能力的影响,所述引压管10的直径不宜过大,而以上方案中,相当于对引压管10有两处约束,这样,可保证引压管10具有较长的使用寿命;同时,由于第一螺纹接头3处相互啮合的螺纹在受热时刚度变差,而对引压管10具有两处约束,两处约束位置之间的引压管10在热变形时,由引压管10传递至以上所述的相互啮合的螺纹上的压应力可有效增加第一螺纹接头3处密封性能的稳定性;同时以上方案各部件之间的连接关系均为可拆卸连接关系,可方便本组件的装配与维护,同时可减少维护成本。

[0044] 作为一种可提升和保证密封垫圈8密封性能的实现方案,所述连接管7另一端管孔的端部呈锥形,且管孔锥形段的面积较大端靠近连接管7的端部;

[0045] 所述密封垫圈8的外形与所述锥形匹配,密封垫圈8镶嵌于所述锥形段中。

[0046] 为便于控制密封垫圈8在第二压紧螺母11等的挤压下的变形方向,还包括设置于所述锥形段内侧的密封块9,所述密封块9上设置有用于引压管10穿过的通孔。以上密封块9用于对密封垫圈8的端部进行阻挡,这样,在第二压紧螺母11拧紧的过程中,可使得两个密封面上具有足够的密封比压。

[0047] 为实现沿着流道板2的长度方向,获得多个压差值以供棒束通道在运动条件下其上流道内压力变化研究,所述测压装置为多个,且各测压装置位于流道板2不同的轴向位置。同时,设置为测压装置为多个且对测压装置的位置进行限定,还能够验证单个测压装置所得值的准确性。

[0048] 为便于获得流道进出口的压力,以便于获得准确的棒束通道内的阻力特性,还包括设置于流道板2入口端处的入口压力测量装置及设置于流道板2出口端处的出口压力测量装置。

[0049] 本实施例中,将流道板2长度定为900mm,在流道进出口各设置50mm长的流动稳定段,在距流道入口200 mm、450 mm以及距流道入口750 mm处各设置1个测压装置,每个测压装置均包括压差传感器及两个引压元件,相当于包括了3个压差测点,以测量流道内压差;

同时在流道的进出口处分别设置压力检查点。

[0050] 实施例3:

[0051] 本实施例在实施例1提供的技术方案的基础上对本案作进一步限定:作为一种便于在流道内设置热电偶以获取流道内的温度分布,以用于研究运动状态下棒束通道内的温度分布特性,且热电偶不影响流道内流体流动状态的实现方案,所述加热棒为由导电材料制成圆管。本方案中,热电偶可设置于加热棒中。

[0052] 作为一种便于本组件装配与维护、便于减少维护成本的技术方案,所述流道板2为由两块槽钢拼接而成的矩形管状结构,两块槽钢通过连接螺栓13连接,所述流道的壁面上还设置有绝缘层14,且绝缘层14上设置有用于均压的通孔,所述加热棒均位于绝缘层14的内侧。以上绝缘层14用作实现流道板2与流体的绝缘和隔离,作为本领域技术人员,由于绝缘层14和流道板2上需要开设引压孔,所述绝缘层14可延伸至在所述引压孔的壁面上,同时,在引压管10与第一螺纹接头3之间和/或第一螺纹接头3与流道板2之间也设置绝缘材料。进一步的,以上绝缘层14采用陶瓷板,以利用陶瓷板性能的稳定性的提高绝缘层14的使用寿命。

[0053] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明的技术方案下得出的其他实施方式,均应包含在本发明的保护范围内。

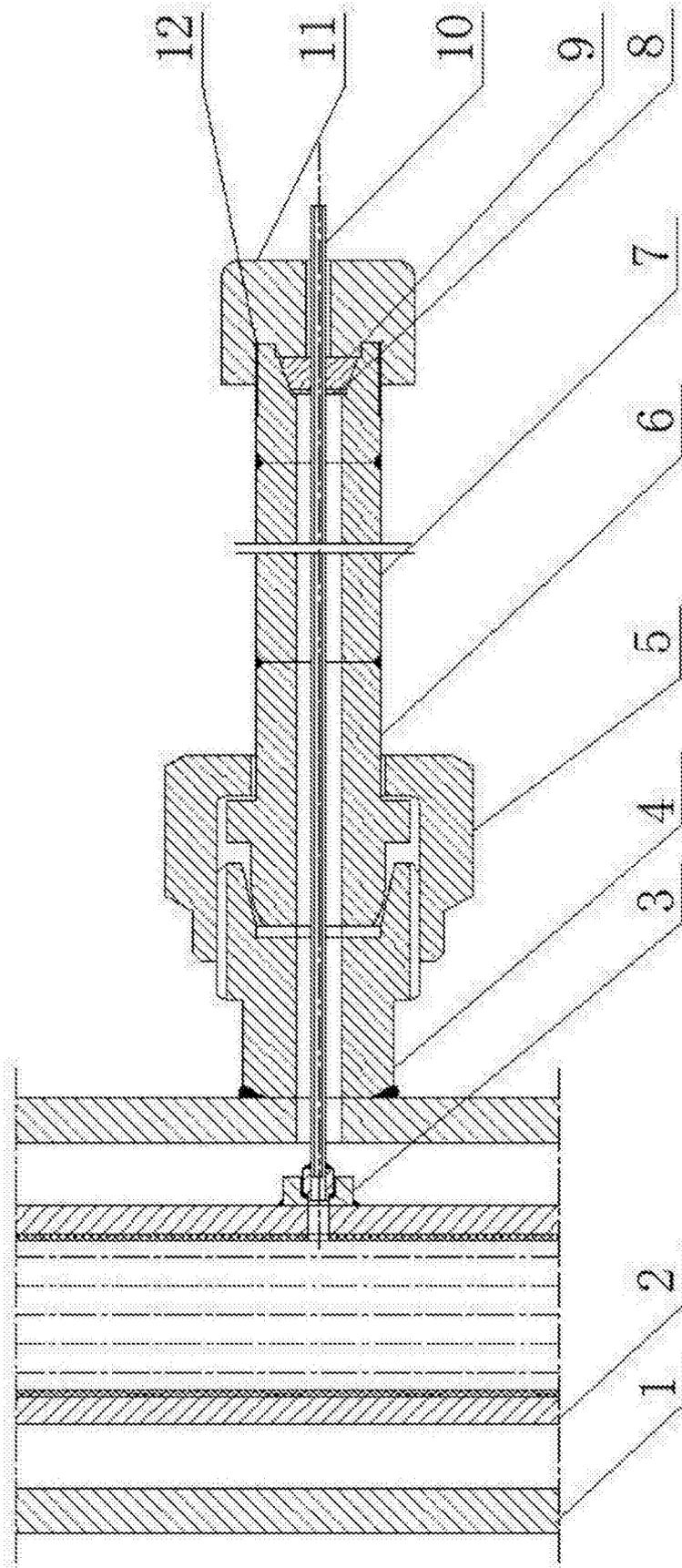


图1

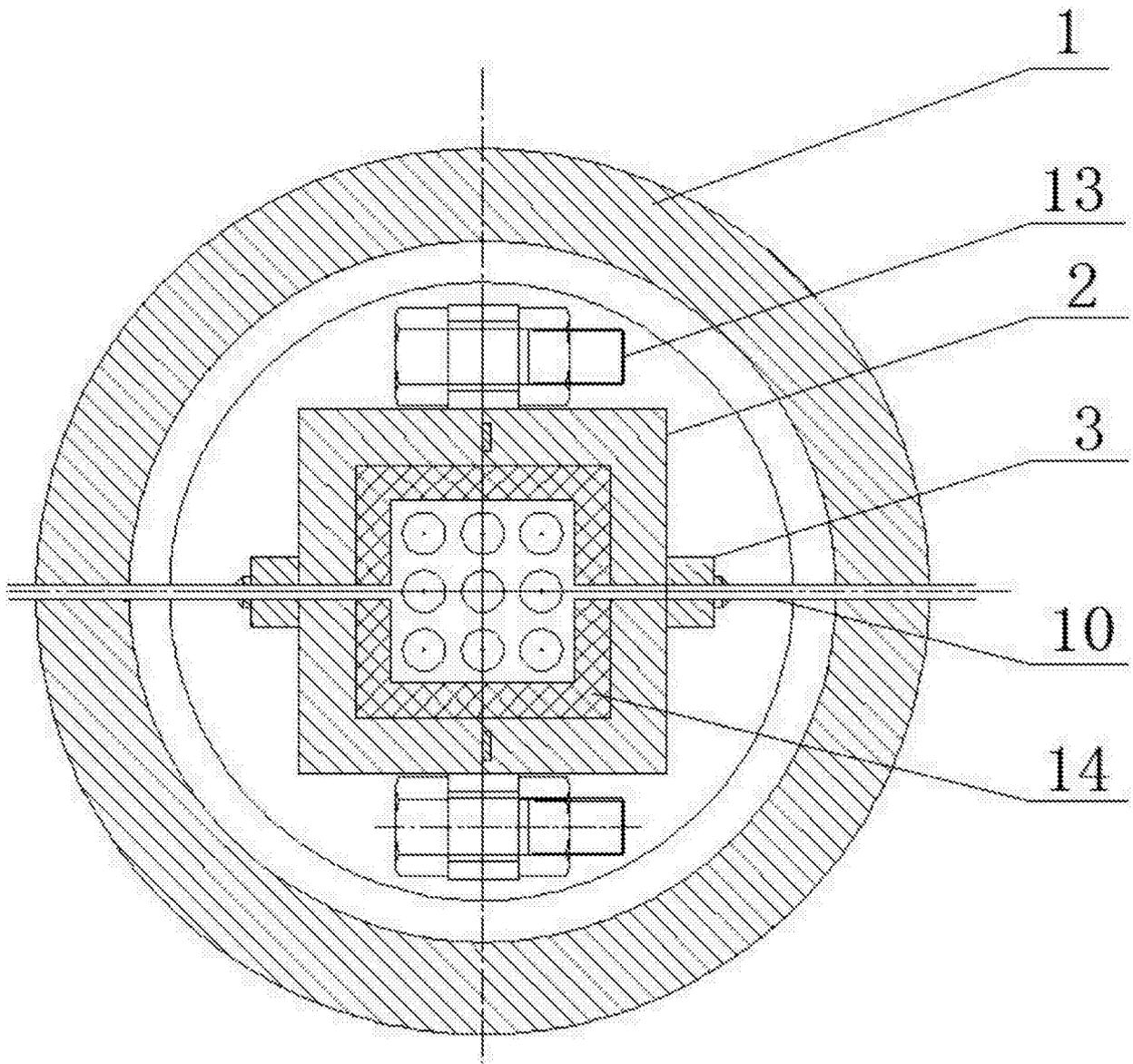


图2