



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112033632 B

(45) 授权公告日 2021.07.23

(21) 申请号 202010836285.8

审查员 朱亚雄

(22) 申请日 2020.08.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112033632 A

(43) 申请公布日 2020.12.04

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 孟东东 顾洪斌 高占彪 岳连捷

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

代理人 焦海峰

(51) Int.Cl.

G01M 9/04 (2006.01)

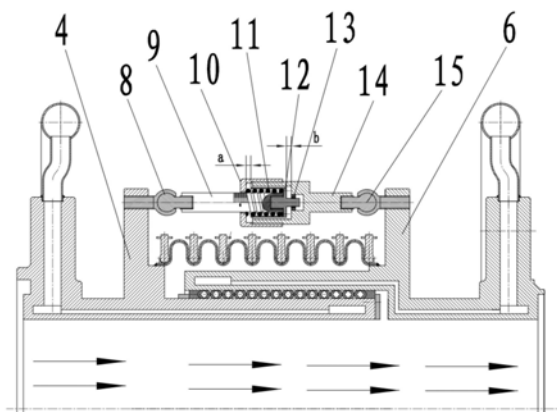
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种可承受大气动载荷的防过载补偿器

(57) 摘要

本发明公开了一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,波纹管的两端分别与水冷直段、水冷变径段通过焊接连接密封;水冷直段与水冷变径段之间安装有多组柔性石墨弹性密封件;多组伸缩调节二力杆装置沿着补偿器的径向呈均匀分布,每组伸缩调节二力杆装置通过螺纹分别与水冷直段、水冷变径段连接;通过伸缩调节二力杆装置承载由水冷变径段相对于水冷直段的大载荷气动负载。其安装调节方便,且具备过载保护功能,当补偿器过载工作时,补偿器可始终保持在有效的补偿量范围内,应用于纯净空气风洞中的可承受高焓气体大气动载荷的防过载补偿器,在有效载荷范围内具备自适应伸缩及角度偏差补偿功能。



1. 一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,其特征在于,包括:水冷直段(4)、波纹管(5)、水冷变径段(6)以及多组伸缩调节二力杆装置(7)组成;

所述波纹管(5)的两端分别与水冷直段(4)、水冷变径段(6)通过焊接连接密封;所述多组伸缩调节二力杆装置(7)沿着补偿器的径向呈均匀分布,每组伸缩调节二力杆装置(7)通过螺纹分别与水冷直段(4)、水冷变径段(6)连接;通过伸缩调节二力杆装置(7)承载由水冷变径段(6)相对于水冷直段(4)的大载荷气动负载;

所述伸缩调节二力杆装置(7)包括:连接内杆(9)、弹簧导向座(12)、直线轴承(13)和连接外杆(14),所述连接内杆(9)的一端安装弹簧导向座(12),所述连接外杆(14)与连接内杆(9)相适配的端部安装直线轴承(13),弹簧导向座(12)和直线轴承(13)相互装配构成直线副,控制连接内杆(9)相对于连接外杆(14)直线运动;

还设置有压紧螺纹套(10)和预压紧弹簧(11),所述压紧螺纹套(10)通过螺纹和连接外杆(14)连接,所述预压紧弹簧(11)一端面压在弹簧导向座(12)上,另一端压在压紧螺纹套(10)内端面;预压紧弹簧(11)始终处于压紧状态;

所述弹簧导向座(12)与压紧螺纹套(10)之间设置为间隙a,所述弹簧导向座(12)与连接外杆(14)之间设置为间隙b;通过调节压紧螺纹套(10)旋入连接外杆(14)螺纹的长度调节间隙a和间隙b的尺寸,调节至间隙a的尺寸等于间隙b的尺寸且等于补偿器轴向伸缩的有效补偿量。

2. 根据权利要求1所述一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,其特征在于,当补偿器拉伸过载时,弹簧导向座(12)端面与压紧螺纹套(10)内端面贴合,承受拉伸载荷;当补偿器压缩过载时,弹簧导向座(12)端面与连接外杆(14)内端面贴合,承受压缩载荷。

3. 根据权利要求1所述一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,其特征在于,所述补偿器(1)中的每组伸缩调节二力杆装置(7)中还设置有球铰a(8)和球铰b(15),所述球铰a(8)的一端通过螺纹与水冷直段(4)连接,球铰a(8)的另一端和连接内杆(9)连接;所述球铰b(15)的一端通过螺纹与水冷变径段(6)连接,球铰b(15)的另一端和连接外杆(14)连接,连接内杆(9)相对于连接外杆(14)直线运动,控制球铰a(8)相对于球铰b(15)直线运动。

4. 根据权利要求3所述一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,其特征在于,所述伸缩调节二力杆装置(7)通过控制球铰a(8)和球铰b(15)绕自身轴心的转动,实现水冷直段(4)相对于水冷变径段(6)的径向补偿。

5. 根据权利要求1所述一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,其特征在于,所述连接内杆(9)上设置有刻度线,根据刻度线与压紧螺纹套(10)端面的相对位置关系,判断补偿器(1)处于拉伸压缩或是挠性变形中的何种工作状态。

6. 根据权利要求1所述一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,其特征在于,所述补偿器(1)中的水冷直段(4)和水冷变径段(6)设置有独立的水冷槽道,通过水冷槽道对流换热降低壁面温度,所述补偿器(1)通过启闭装置(2)和喷管(3)连接,补偿器(1)的波纹管(5)的两端分别与水冷直段(4)和水冷变径段(6)通过焊接连接密封;高焓介质的气动力作用在启闭装置(2)上,启闭装置(2)将该气动力通过法兰作用于水冷变径段(6)。

7. 根据权利要求1-6任意一项所述一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,其特征在于,所述波纹管(5)的中部向上延伸设置有横波段(16),更为具体的是,波纹管(5)的左侧波纹管和右侧波纹管通过单个横波段(16)连接,单个横波段(16)在轴向设置为一个纵波,在

其两侧壁的径向分别设置有多个横波(17),通过横波段(16)增加径向位移,通过多个横波(17)增大左侧波纹管 and 右侧波纹管的相对角位移。

## 一种可承受大气动载荷的防过载补偿器

### 技术领域

[0001] 本发明属于管道补偿领域以及航空航天地面试验设备专用技术领域,具体涉及一种应用于纯净空气风洞中的可承受高焓气体大气动载荷的防过载补偿器。

### 背景技术

[0002] 高超声速技术研究中,纯净空气风洞作为优秀的地面试验设备,有着准确模拟真实飞行状态以及无污染等特点,逐渐被重视应用起来。其主要原理是将蓄热体加热到所需要的1800K高温,然后利用通入的空气和其对流换热,当压力达到预定范围后,开启启闭装置通过喷管进行加速后产生高焓气体介质进行试验。

[0003] 设计新型纯净空气风洞的疑难问题之一是保证在新型纯净空气风洞设备安装和实验运行时,因装配公差以及蓄热器和高温管道的热变形而引起的变形,这时就需要设计一种耐高焓介质的补偿器进行变形补偿。而解决耐高焓介质补偿器的关键问题之一是解决其在能承受大气动载荷的同时具备一定的防过载保护功能,避免因过载变形导致焊缝被破坏,进而导致密封失效造成事故,也是提高风洞设备进一步安全可靠运行亟需解决的技术问题。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种可承受高焓介质导致的大气动载荷的防过载补偿器,具体为:一种应用于纯净空气风洞中的可承受高焓气体大气动载荷的防过载补偿器,在有效载荷范围内具备自适应伸缩及角度偏差补偿功能。

[0005] 本发明采取的技术方案为:

[0006] 一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,包括:水冷直段、波纹管、水冷变径段以及多组伸缩调节二力杆装置组成;

[0007] 所述波纹管的两端分别与水冷直段、水冷变径段通过焊接连接密封;所述水冷直段与水冷变径段之间安装有多组柔性石墨弹性密封件;所述多组伸缩调节二力杆装置沿着补偿器的径向呈均匀分布,每组伸缩调节二力杆装置通过螺纹分别与水冷直段、水冷变径段连接;通过伸缩调节二力杆装置承载由水冷变径段相对于水冷直段的大载荷气动负载。

[0008] 进一步的,所述伸缩调节二力杆装置包括:连接内杆、弹簧导向座、直线轴承和连接外杆,所述连接内杆的一端安装弹簧导向座,所述连接外杆与连接内杆相适配的端部安装直线轴承,弹簧导向座和直线轴承相互装配构成直线副,控制连接内杆相对于连接外杆直线运动。

[0009] 更进一步的,还设置有压紧螺纹套和预压紧弹簧,所述压紧螺纹套通过螺纹和连接外杆连接,所述预压紧弹簧一端面压在弹簧导向座上,另一端压在压紧螺纹套内端面;预压紧弹簧始终处于压紧状态。

[0010] 更进一步的,所述弹簧导向座与压紧螺纹套之间设置为间隙a,所述弹簧导向座与连接外杆之间设置为间隙b;通过调节压紧螺纹套旋入连接外杆螺纹的长度调节间隙a和间

隙b的尺寸,调节至间隙a的尺寸等于间隙b的尺寸且等于补偿器轴向伸缩的有效补偿量。

[0011] 进一步的,当补偿器拉伸过载时,弹簧导向座端面与压紧螺纹套内端面贴合,承受拉伸载荷;当补偿器压缩过载时,弹簧导向座端面与连接外杆内端面贴合,承受压缩载荷。

[0012] 进一步的,所述补偿器中的每组伸缩调节二力杆装置中还设置有球铰a和球铰b,所述球铰a的一端通过螺纹与水冷直段连接,球铰a的另一端和连接内杆连接;所述球铰b的一端通过螺纹与水冷变径段连接,球铰b的另一端和连接外杆连接,连接内杆相对于连接外杆直线运动,控制球铰a相对于球铰b直线运动。

[0013] 更进一步的,所述伸缩调节二力杆装置通过控制球铰a和球铰b绕自身轴心的转动,实现水冷直段相对于水冷变径段的径向补偿。

[0014] 进一步的,所述连接内杆上设置有刻度线,根据刻度线与压紧螺纹套端面的相对位置关系,判断补偿器处于拉伸压缩或是挠性变形中的何种工作状态。

[0015] 进一步的,所述补偿器中的水冷直段和水冷变径段设置有独立的水冷槽道,通过水冷槽道对流换热降低壁面温度。

[0016] 更进一步的,所述补偿器通过启闭装置和喷管连接,补偿器的波纹管的两端分别与水冷直段和水冷变径段通过焊接连接密封;高焓介质的气动力作用在启闭装置上,启闭装置将该气动力通过法兰作用于水冷变径段。

[0017] 更进一步的,所述伸缩调节二力杆装置中的各连接螺纹强度和径向截面强度均至少能够承受所需要的载荷的12分之一。

[0018] 进一步的,所述波纹管的中部向上延伸设置有横波段,更为具体的是,波纹管的左侧波纹管和右侧波纹管通过单个横波段连接,单个横波段在轴向设置为一个纵波,在其两侧壁的径向分别设置有多组横波,通过横波段增加径向位移,通过多个横波增大左侧波纹管和右侧波纹管的相对角位移,进而增大整个膨胀节在径向的位移,大大提高了膨胀节的设计参数和安全性。

[0019] 本发明的有益效果为:

[0020] 本发明的装置安装调节方便,且具备过载保护功能,当补偿器过载工作时,补偿器可始终保持在有效的补偿量范围内,即焊缝能封承受较大的气动载荷,能避免补偿器在过载时遭到损坏造成事故,应用于纯净空气风洞中的可承受高焓气体大气动载荷的防过载补偿器,在有效载荷范围内具备自适应伸缩及角度偏差补偿功能。

[0021] 本发明中的伸缩调节二力杆装置结构新颖应用于补偿器中,其内部的连接内杆相对于连接外杆的直线运动,实现球铰a相对于球铰b的直线运动;球铰a和球铰b可实现绕自身轴心的转动,进而通过伸缩调节二力杆装置可实现补偿器水冷直段相对于水冷变径段的径向补偿。

[0022] 12组伸缩调节二力杆装置均匀分布在补偿器径向,可承受水冷变径段相对于水冷直段几十吨的大载荷气动负载;可避免在试验或者安装过程中,因超过补偿器的轴向有效补偿量8mm,径向4mm而导致等焊缝失效,进而可避免密封失效造成安全事故。

[0023] 通过横波段增加径向位移,通过多个横波增大左侧波纹管和右侧波纹管的相对角位移,进而增大整个膨胀节在径向的位移,介质进入横波段后因内径高度的增加而降速,可提高波纹管补偿器的使用寿命1倍以上,同时具有较大的轴向、横向及角向的补偿功能,承压能力增强,大大提高了膨胀节的设计参数和安全性。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明实施例提供的未增设横波段的补偿器中伸缩调节二力杆装置结构示意图。

[0025] 图2为本发明实施例提供的增设横波段的补偿器工作环境示意图；

[0026] 图3为本发明实施例提供的增设横波段的补偿器的结构示意图；

[0027] 图4为图3中的侧视图；

[0028] 图5为本发明实施例提供的增设横波段的伸缩调节二力杆装置结构示意图。

[0029] 图6图5中的局部放大图。

[0030] 其中,1、补偿器;2、启闭装置;3、喷管;4、水冷直段;5、波纹管;6、水冷变径段;7、伸缩调节二力杆装置;8、球铰a;9、连接内杆;10、压紧螺纹套;11、预压紧弹簧;12、弹簧导向座;13、直线轴承;14、连接外杆;15、球铰b;16、横波段;17、纵波。

## 具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以具体实施例做进一步的解释说明,实施例并不构成对本发明实施例的限定。

[0033] 图2为本发明实施例提供的可承受高焓气体大气动载荷的防过载补偿器在新型纯净空气风洞的应用场景图,如图2所示,具体包括:补偿器1、启闭装置2、喷管3。进行新型纯净空气风洞试验时,启闭装置2在关闭状态下要承受温度在的1800K、压力6MPa的高焓介质,因启闭装置旋转部分在流道内的横截面面积为300\*300mm,此时高焓介质作用在启闭装置上的气动力载荷可达几十吨,启闭装置会将此气动力通过法兰作用于补偿器水冷变径段6,由于补偿器1的耐高温加强波纹管5的两端分别与水冷直段4和水冷变径段6通过焊接连接密封;焊缝不能承受如此大的气动载荷;传统的加强拉杆虽然能承受载荷,但是安装调节不方便,且不具备过载保护功能,不能避免补偿器在过载时遭到损坏造成事故。因此设计了一种可承受大气动载荷等防过载补偿器,当补偿器过载工作时,补偿器可始终保持在有效的补偿量范围内。

[0034] 如图3、图4所示,一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,具体包括:水冷直段4、耐高温加强波纹管5、水冷变径段6、多组柔性石墨弹性密封件以及12组伸缩调节二力杆装置7组成。

[0035] 具体地,参照图3和图4,所述补偿器耐高温加强波纹管5分别与水冷直段4和水冷变径段6通过焊接连接密封;水冷直段4与水冷变径段6之间安装有多组柔性石墨弹性密封件,可实现补偿器承受高焓介质;12组伸缩调节二力杆装置7与补偿器水冷直段4与水冷变径段6之间分别通过螺纹连接,均匀分布在补偿器径向,可承受水冷变径段6相对于水冷直段4几十吨的大载荷气动负载;可避免在试验或者安装过程中,因超过补偿器的轴向有效补偿量8mm,径向4mm而导致等焊缝失效,进而可避免密封失效造成安全事故。

[0036] 在一个可能的实施方式中,所述补偿器1中的水冷直段4和水冷变径段6设置有独

立的水冷槽道,用来通过对流换热降低壁面温度。

[0037] 如图1和图5所示补偿器的伸缩调节二力杆装置结构示意图,伸缩调节二力杆装置,具体包括:球铰a8、连接内杆9、压紧螺纹套10、预压紧弹簧11、弹簧导向座12、直线轴承13、连接外杆14、球铰b15组合连接而成。

[0038] 在一个可能的实施方式中,参照图1和图5,所述补偿器1中的每组伸缩调节二力杆装置7中的球铰a8外长螺纹端与水冷直段4通过螺纹连接,球铰b15外长螺纹端与水冷变径段6通过螺纹连接。

[0039] 在一个可能的实施方式中,球铰a8外短螺纹端与连接内杆9的一端通过螺纹连接固定;球铰b15外短螺纹端与连接外杆14的一端通过螺纹连接固定;直线轴承13安装在连接外杆14的另一端,与通过螺纹安装在连接内杆9的弹簧导向座12构成直线副,进而可实现连接内杆9相对于连接外杆14的直线运动;进一步实现球铰a8相对于球铰b15的直线运动;

[0040] 在一个可能的实施方式中,所述预压紧弹簧11一端面压在弹簧导向座12上,另一端压在压紧螺纹套10内端面;压紧螺纹套10通过螺纹和连接外杆14固定连接;预压紧弹簧11始终处于压紧状态;通过调节压紧螺纹套10旋入连接外杆14螺纹的长度可以调节弹簧导向座12与压紧螺纹套10的间隙a和弹簧导向座12与连接外杆14的间隙b;通过设置螺纹旋入长度可以调节间隙a的尺寸等于间隙b的尺寸且等于补偿器轴向伸缩的有效补偿量;当补偿器拉伸过载时,弹簧导向座12端面与压紧螺纹套10内端面贴合,承受拉伸载荷;当补偿器压缩过载时,弹簧导向座12端面与连接外杆14内端面贴合,承受压缩载荷,避免焊缝受力被破坏。

[0041] 在一个可能的实施方式中,所述球铰a8和球铰b15可实现绕自身轴心的转动,进而通过伸缩调节二力杆装置7可实现水冷直段4相对于水冷变径段6的径向补偿。

[0042] 在一个可能的实施方式中,所述连接内杆9上设计有刻度线,根据刻度线与压紧螺纹套10端面的相对位置关系,判断补偿器的处于拉伸压缩还是挠性变形中的何种工作状态。

[0043] 在一个可能的实施方式中,所述伸缩调节二力杆装置7中的各连接螺纹强度和径向截面强度均至少能够承受所需要的载荷的12分之一。

[0044] 实施例2

[0045] 在实施例1的基础上,不同于实施例1,如图2-图6所示,一种可承受大气动载荷的防过载补偿器,具体包括:水冷直段4、耐高温加强波纹管5、水冷变径段6、多组柔性石墨弹性密封件以及12组伸缩调节二力杆装置7组成,所述补偿器耐高温加强波纹管5分别与水冷直段4和水冷变径段6通过焊接连接密封;水冷直段4与水冷变径段6之间安装有多组柔性石墨弹性密封件,可实现补偿器承受高焓介质;补偿器耐高温加强波纹管5的中部向上延伸设置有一个横波段16,更为具体的是,波纹管5的左侧波纹管和右侧波纹管通过单个横波段16连接,单个横波段16在轴向设置为一个纵波,在其两侧壁的径向分别设置有多个横波17,多个横波17呈连续排布且对称设置在横波段16的两侧壁上,横波段16的轴向尺寸比波纹管长,即横波段16的纵向高度设置值大于两端波纹管5的纵向高度,且二者接近2倍的高度差,通过横波段16增加径向位移,介质进入横波段16后因内径高度的增加而降速,从而减小介质对波纹管5内壁的碰撞,可提高波纹管补偿器的使用寿命1倍以上,同时具有较大的轴向、横向及角向的补偿功能,承压能力增强,通过多个横波17增大左侧波纹管和右侧波纹管的

相对角位移,进而增大整个膨胀节在径向的位移,大大提高了膨胀节的设计参数和安全性。

[0046] 专业人员应该还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0047] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



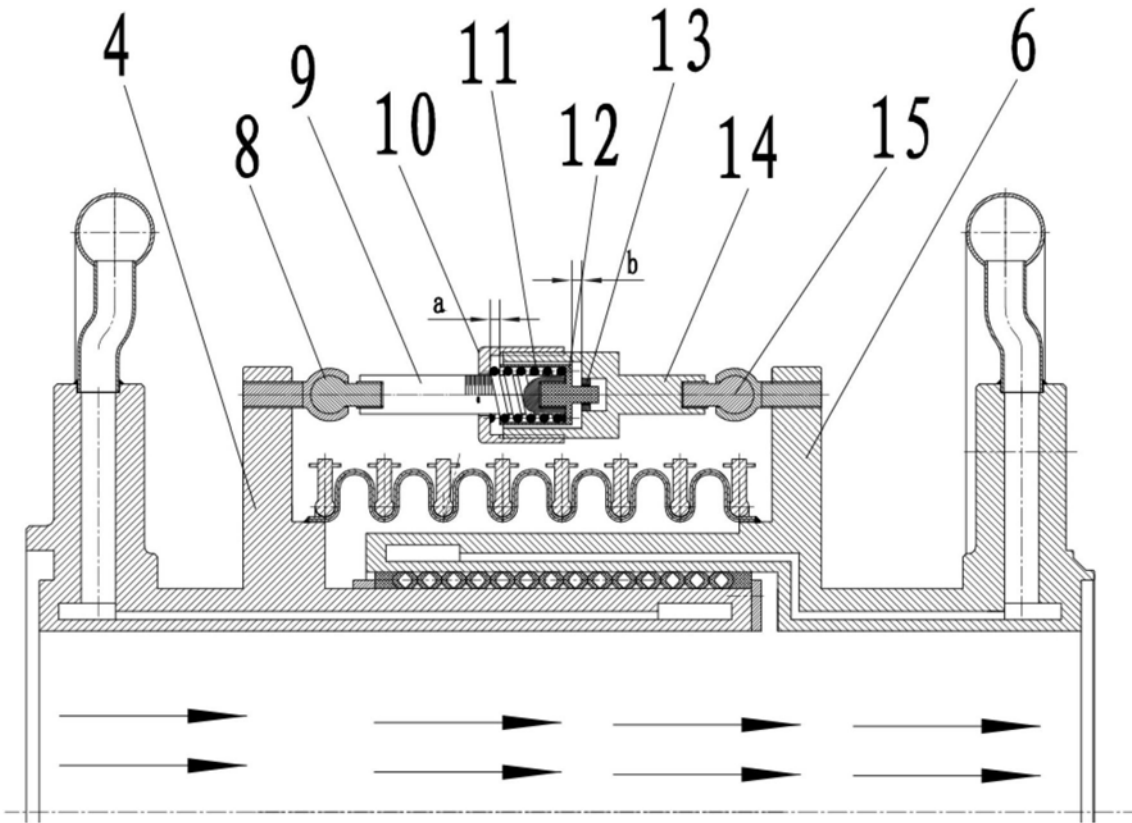


图1

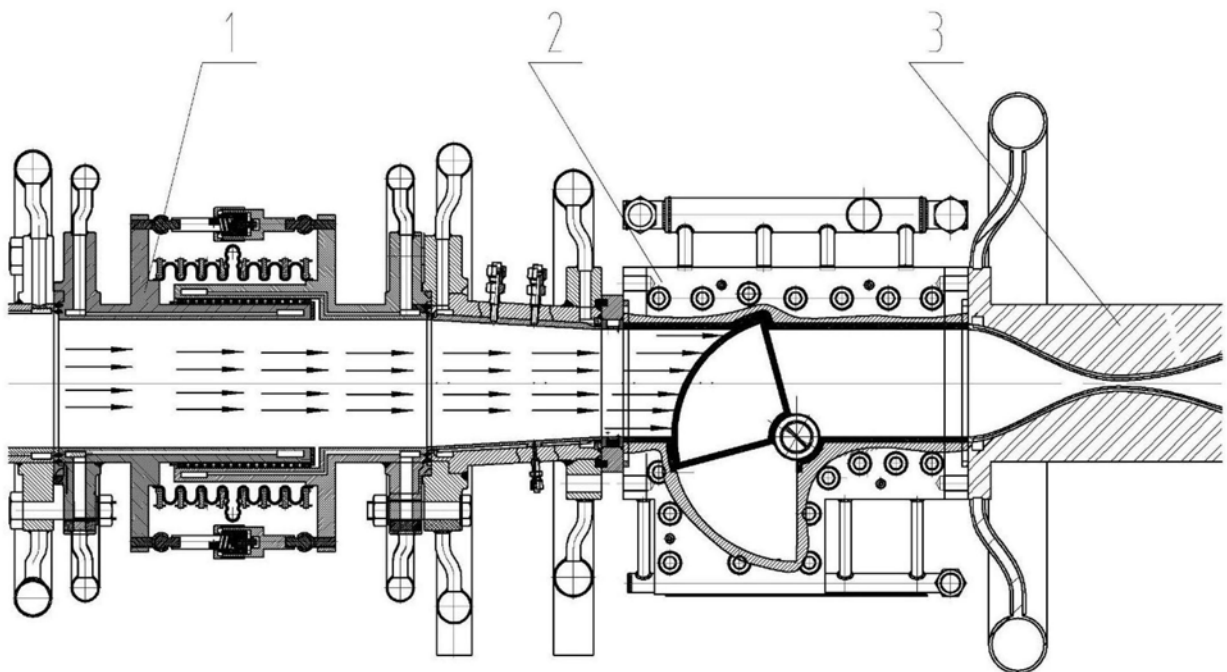


图2

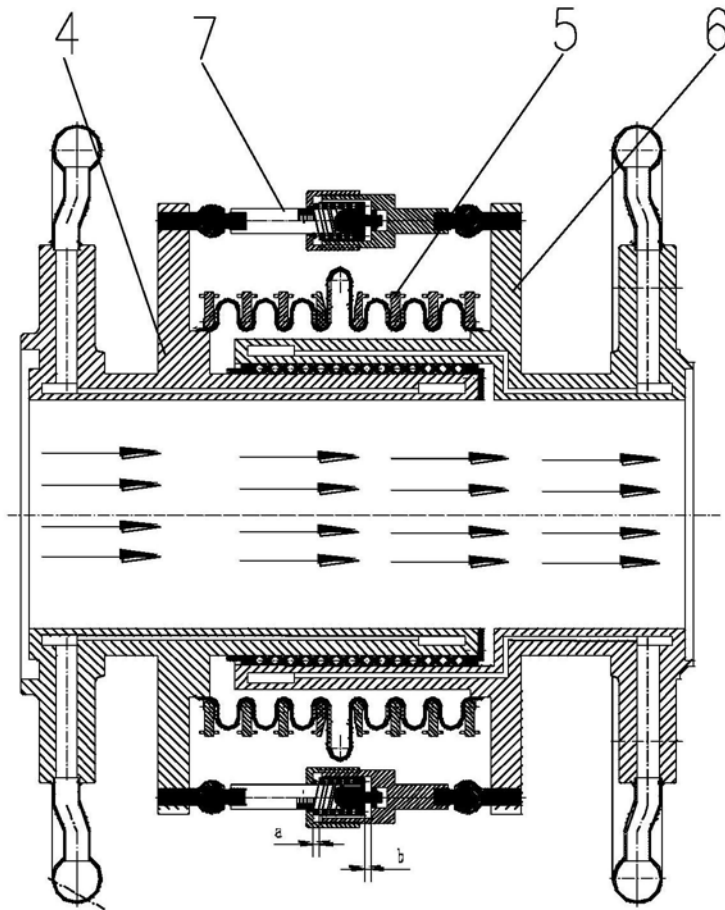


图3

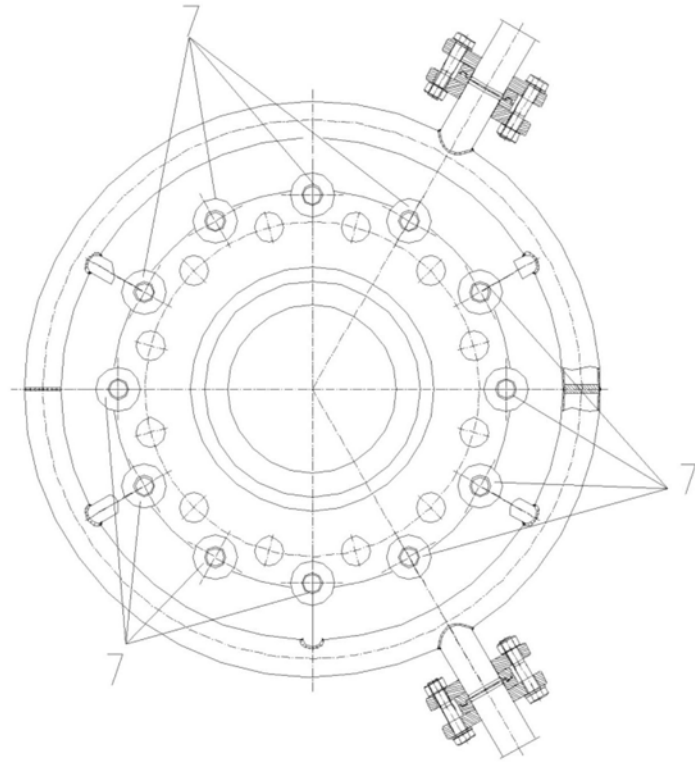


图4

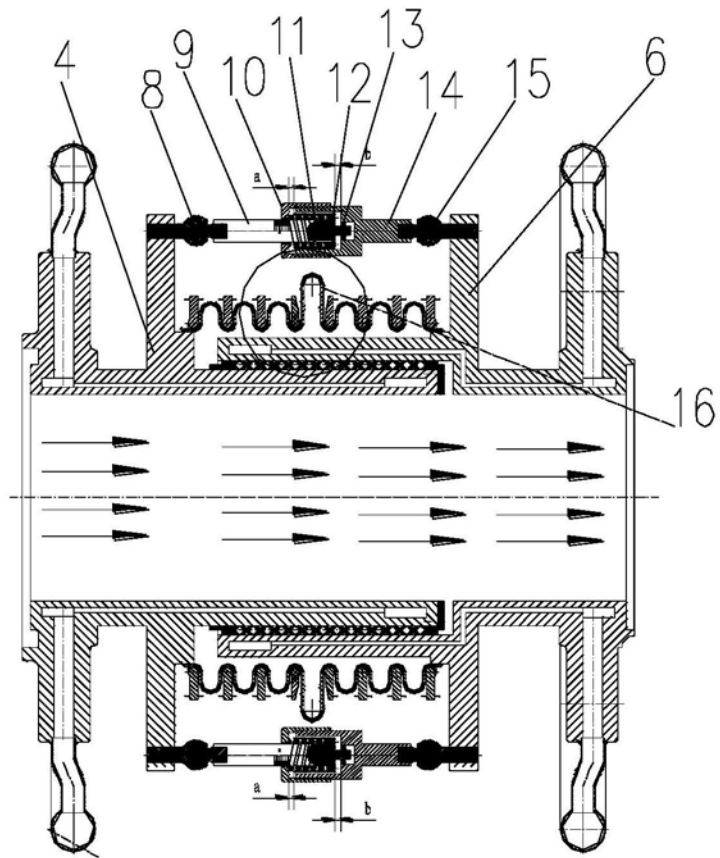


图5

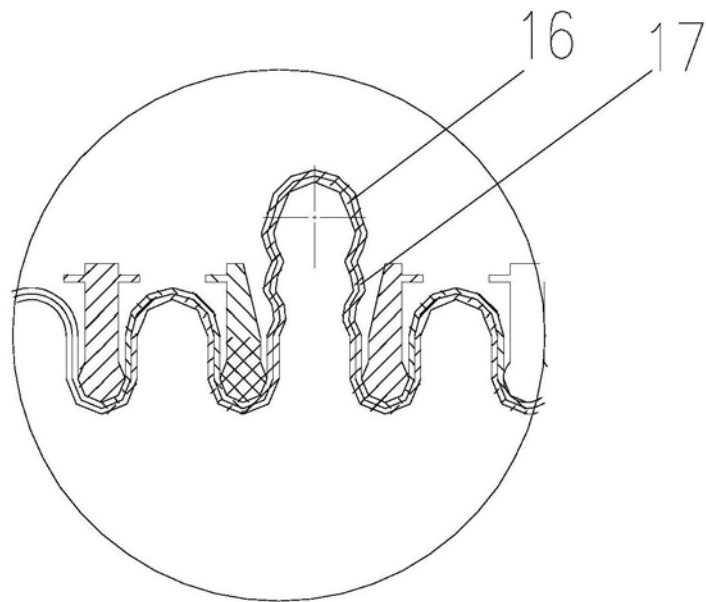


图6