



(21) 申请号 202010315709.6

(22) 申请日 2020.04.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111504792 A

(43) 申请公布日 2020.08.07

(73) 专利权人 中国科学院近代物理研究所
地址 730000 甘肃省兰州市城关区南昌路
509号

(72) 发明人 谢文君 蒙峻 杨建成 杨伟顺
罗成 焦纪强 柴振 万亚鹏
朱小荣 高彦民

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
专利代理师 谢斌

(51) Int.Cl.

G01N 3/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 203422194 U, 2014.02.05

JP H0560671 A, 1993.03.12

审查员 孙嘉瑾

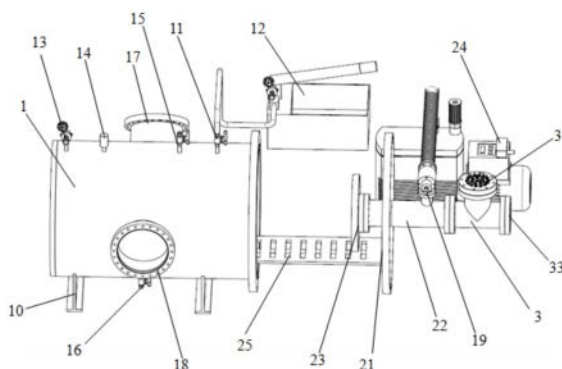
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种加速器真空管道强度测试装置

(57) 摘要

本发明公开了一种加速器真空管道强度测试装置,包括压力舱、真空管道抽真空装置和强度测试装置,压力舱上设有打压口,打压口连有加压泵;真空管道抽真空装置包括密封法兰、连接管、真空管道转接法兰和真空泵,强度测试装置包括三通信号接管,三通信号接管的主管与连接管的外端端口相通且密封连接,三通信号接管的支管的端口设置有信号传输法兰。本发明公开一种加速器真空管道强度测试装置,采用管外打压的方式保证了真空管道的真空效果,使之同时满足外部高压内部真空的测试,减低了测试成本,实用性强,值得应用推广。



1. 一种加速器真空管道强度测试装置,其特征在于,包括

压力舱(1),所述压力舱(1)上设有打压口(11),所述打压口(11)连有加压泵(12);

真空管道抽真空装置(2),包括密封法兰(21)、连接管(22)、真空管道转接法兰(23)和真空泵(24),所述密封法兰(21)密封于所述压力舱(1)的开口端,所述连接管(22)横穿所述密封法兰(21)且连接处密封固定,所述真空管道转接法兰(23)设置于所述连接管(22)的内端端口,所述连接管(22)外端部的管壁上设置有真空泵对接口,所述真空泵对接口与所述真空泵(24)相连通;

强度测试装置,包括三通信号接管(3),所述三通信号接管(3)的主管与所述连接管(22)的外端端口相通且密封连接,所述三通信号接管(3)的支管的端口设置有信号传输法兰(31);

所述三通信号接管(3)包括主管信号线进口、主管观察口和支管信号线出口,其中所述主管信号线进口和所述主管观察口分别位于主管的两个端口,所述支管信号线出口位于垂直于主管并与主管连通设置的支管的端口,

所述主管信号线进口与所述连接管(22)的外端端口通过胶圈密封法兰(30)与所述三通信号接管(3)的主管连接,

所述信号传输法兰(31)设置于所述支管信号线出口上;

所述真空管道抽真空装置还包括支撑板(25),所述支撑板(25)的固定端固定于密封法兰(21)的内壁上,所述支撑板(25)的自由端的底部设置有滚轮(26)。

2. 如权利要求1所述的加速器真空管道强度测试装置,其特征在于,

所述信号传输法兰(31)均匀分布多个接线孔,每个接线孔中都穿设有接线柱(32),所述接线柱(32)包括穿设于所述接线孔内的信号传输部(320)以及暴露于接线孔外的信号输入端(321)和信号输出端(322),

所述信号输入端(321)和所述信号输出端(322)的横截面直径相等且小于所述信号传输部(320)的横截面直径,所述信号传输部(320)的两端分别通过圆台体(323)与所述信号输入端(321)和所述信号输出端(322)连接;

所述信号传输部(320)与所述信号输入端(321)以及所述信号传输部(320)与所述信号输出端(322)之间的连接处的接线柱(32)上自内而外依次设置密封胶圈(41)、垫片(42)、固定螺帽(43)和压紧螺帽(44)形成密封组件,所述信号输入端(321)和所述信号输出端(322)的外端细部的外壁设置有外螺纹(324),所述固定螺帽(43)和压紧螺帽(44)的内壁上设置有内螺纹,所述密封组件通过螺纹锁紧。

3. 如权利要求1所述的加速器真空管道强度测试装置,其特征在于,所述三通信号接管(3)的主管观察口上设有有机玻璃观察窗(33)。

4. 如权利要求1所述的加速器真空管道强度测试装置,其特征在于,

所述压力舱(1)的舱体上还设有压力表(13)、安全阀(14)和排气阀(15),所述压力舱(1)的底部设有排水阀(16)。

5. 如权利要求1所述的加速器真空管道强度测试装置,其特征在于,

所述压力舱(1)上还设有斜45度耐压观察窗(17)和水平耐压观察窗(18),其中所述斜45度耐压观察窗(17)的观测视线与竖直方向的夹角为45度,所述水平耐压观察窗(18)的观测视线为水平方向。

6. 如权利要求1所述的加速器真空管道强度测试装置,其特征在于,

所述真空泵对接口上设置有CF35刀口密封法兰(20),所述CF35刀口密封法兰(20)上设置有角阀(19),所述角阀(19)与所述真空泵(24)相连通。

7. 如权利要求1所述的加速器真空管道强度测试装置,其特征在于,

所述连接管(22)的内端端口设置有凸面法兰(220),所述真空管道转接法兰(23)为两侧均为两道胶圈密封的平面法兰或凹面法兰,所述真空管道转接法兰(23)与所述连接管(22)的内端端口通过胶圈密封法兰连接。

一种加速器真空管道强度测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及粒子加速器技术领域,具体涉及一种加速器真空管道强度测试装置。

背景技术

[0002] 加速器通常采用不锈钢或陶瓷材质的真空管道作为束流运动的传输通道。在实际工况下真空管道受到外部大气压的作用,其结构稳定性对加速器的安全、稳定运行至关重要。管壁太薄容易引起结构失稳甚至失效,管壁太厚将会增加重量和运行维护费用,因此真空管道的强度检测是一项必不可少的工序,对于一些特殊结构和材质的真空管道需通过试验测试来确定其强度极限,为特殊真空管道的最优设计提供依据。然而,目前的真空管道的强度测试主要以管道内部打水压为主,这种从管道内部打水压的方法存在弊端:1、高压水流可能会对真空管道内壁造成物理或化学性的损坏,给加速器真空管道的内壁造成缺陷,例如若水压过高可能会在真空管道内壁造成物理性破损,又如,若水流中含酸或含碱,容易给真空管道内壁造成化学性腐蚀;2、测试结束后真空管道内壁容易残留水和杂质,这些残留的水完全蒸发需要消耗较长时间,降低了加速器真空管道的利用率,如果这些残留的水蒸发不够完全,滞留于真空管道内的水蒸气和杂质会增加抽真空的负担,影响了真空管道的真空效果。简而言之,这种管道内部打压法不仅容易造成真空管道内壁缺陷,增加了测试成本,还会影响到真空管道保持真空的效果,进而影响到高速粒子在真空管道内的运动。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种加速器真空管道强度测试装置,用以解决管道内部打压法容易影响真空管道保持真空效果和增加测试成本的问题。

[0004] 本发明提供一种加速器真空管道强度测试装置,包括

[0005] 压力舱,所述压力舱上设有打压口,所述打压口连有加压泵;

[0006] 真空管道抽真空装置,包括密封法兰、连接管、真空管道转接法兰和真空泵,所述密封法兰密封于所述压力舱的开口端,所述连接管横穿所述密封法兰且连接处密封固定,所述真空管道转接法兰设置于所述连接管的内端端口,所述连接管外端部的管壁上设置有真空泵对接口,所述真空泵对接口与所述真空泵相连通;

[0007] 强度测试装置,包括三通信号接管,所述三通信号接管的主管与所述连接管的外端端口相通且密封连接,所述三通信号接管的支管的端口设置有信号传输法兰。

[0008] 优选地,所述三通信号接管包括主管信号线进口、主管观察口和支管信号线出口,其中所述主管信号线进口和所述主管观察口分别位于主管的两个端口,所述支管信号线出口位于垂直于主管并与主管连通设置的支管的端口,所述主管信号线进口与所述连接管的外端端口通过胶圈密封法兰与所述三通信号接管的主管连接,所述信号传输法兰设置于所述支管信号线出口上。

[0009] 优选地,所述信号传输法兰均匀分布多个接线孔,每个接线孔中都穿设有接线柱,所述接线柱包括穿设于所述接线孔内的信号传输部以及暴露于接线孔外的信号输入端和

信号输出端,所述信号输入端或所述信号输出端的横截面直径相等且小于所述信号传输部的横截面直径,所述信号传输部的两端分别通过圆台体与所述信号输入端和所述信号输出端连接;所述信号传输部与所述信号输入端以及所述信号传输部与所述信号输出端之间的连接处的接线柱上自内而外依次设置密封胶圈、垫片、固定螺帽和压紧螺帽形成密封组件,所述外端细部的外壁设置有外螺纹,所述固定螺帽和压紧螺帽的内壁上设置有内螺纹,所述密封组件通过螺纹锁紧。

[0010] 优选地,所述三通信号接管的主管观察口上设有有机玻璃观察窗。

[0011] 优选地,所述真空管道抽真空装置还包括支撑板,所述支撑板的固定端固定于密封法兰的内壁上,所述支撑板的自由端的底部设置有滚轮。

[0012] 优选地,所述压力舱的舱体上还设有压力表、安全阀和排气阀,所述压力舱的底部设有排水阀。

[0013] 优选地,所述压力舱上还设有斜45度耐压观察窗和水平耐压观察窗,其中所述斜45度耐压观察窗的观测视线与竖直方向的夹角为45度,所述水平耐压观察窗的观测视线为水平方向。

[0014] 优选地,所述真空泵对接口上设置有CF35刀口密封法兰,所述CF35刀口密封法兰上设置有角阀,所述角阀与所述真空泵相连通。

[0015] 优选地,所述连接管的内端端口设置有凸面法兰,所述真空管道转接法兰为两侧均为两道胶圈密封的平面法兰或凹面法兰,所述真空管道转接法兰与所述连接管的内端端口通过胶圈密封法兰连接。

[0016] 本发明的有益效果是:

[0017] 本发明公开一种加速器真空管道强度测试装置,压力舱用于提供高压水环境,真空管道抽真空装置用于保持管道内真空状态,强度测试装置用于采集真空管道内壁关键位置不同压力下的应力值。在进行管外水压测试过程中,真空管道外部提供高压环境的同时,还能保持管道内真空状态使之同时满足外部高压内部真空的测试,提供了一种真空管道外部打压的方法;此外,通过转接法兰可以对不同真空管道进行测试,提高测试装置的利用率和降低了测试成本,三通信号接管和信号转接法兰将信号线与高压水隔离开,避免了高压渗透对测试信号的干扰,解决测试信号线由于高压渗透而出现偏差的测试难题。本发明公开一种加速器真空管道强度测试装置,采用管外打压的方式保证了真空管道的真空效果,减低了测试成本,实用性强,值得应用推广。

附图说明

[0018] 图1为本发明实施例1提供的加速器真空管道强度测试装置的整体结构示意图;

[0019] 图2为本发明实施例1提供的真空管道抽真空装置的结构示意图;

[0020] 图3为本发明实施例1提供的三通信号接管的结构示意图;

[0021] 图4为本发明实施例1提供的密封组件的径向剖视图;

[0022] 图5为本发明实施例1提供的接线柱的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 实施例1

[0024] 实施例1提供一种加速器真空管道强度测试装置,该装置的特点为:在进行外水压致裂测试过程中,通常需要管道外部提供高压环境的同时,还需要保持管道内真空状态,下面对其结构进行详细描述。

[0025] 该加速器真空管道强度测试装置包括压力舱1、真空管道抽真空装置2和强度测试装置这三部分,其中压力舱1用于提供高压水环境,真空管道抽真空装置2用于保持管道内真空状态,强度测试装置用于采集真空管道内壁不同压力下关键位置的应力值。

[0026] 具体参考图1,压力舱1上设有打压口11,打压口11连有加压泵12,具体地,压力舱1采用不锈钢材质,其直径为500mm,最大承受水压为1MPa,该加压泵12优选手动柱塞泵,用于提供高压状态。需要说明的是,测试开始之前,先于压力舱1内注入水,待达到临界值时停止注水,测试过程中,通过手摇加压泵12,增大压力舱1内的水压。

[0027] 压力舱1的舱体上还设有压力表13、安全阀14和排气阀15,压力舱1的底部设有排水阀16,具体地,压力舱1的舱体上设置有压力表接口、安全阀接口和排气阀接口,压力表13、安全阀14和排气阀15分别设置于压力表接口、安全阀接口和排气阀接口上,其中压力表13的显示精度为0.02MPa,安全阀14的泄压压力为0.9MPa,排气阀15用于注水过程中排出压力舱1内的气体,排水阀16用于测试结束排出压力舱1内的水。压力表13、安全阀14和排气阀15均为成熟的现有技术,这里不再赘述。

[0028] 压力舱1上还设有斜45度耐压观察窗17和水平耐压观察窗18,其中斜45度耐压观察窗17的观测视线与竖直方向的夹角为45度,水平耐压观察窗18的观测视线为水平方向。斜45度耐压观察窗17和水平耐压观察窗18可用于观测水位变化以及待测的真空管道放置时的变形状况等。

[0029] 为了增强压力舱1的稳定性,该压力舱1底部设置有两个鞍式支座10。

[0030] 参考图2结合图1,该真空管道抽真空装置2包括密封法兰21、连接管22、真空管道转接法兰23、真空泵24和支撑板25;

[0031] 密封法兰21密封于压力舱1的开口端,连接管22横穿密封法兰21且连接处密封固定;

[0032] 真空管道转接法兰23设置于连接管22的内端端口,连接管22外端部的管壁上设置有真空泵对接口,真空泵对接口与真空泵24相连通;

[0033] 支撑板25的固定端固定于密封法兰21的内壁上,优选地,支撑板25与密封法兰21采用焊接结构,支撑板25采用镂空形式,以减轻重量,提高高压水的稳定性。进一步地,支撑板25的自由端的底部焊接有滚轮26,使支撑板25受力状态由悬臂梁变为简支梁,有利于结构稳定、便于更换测试真空管道样品。

[0034] 真空管道转接法兰23与待测试真空管道通过法兰连接,具体地,真空转接法兰23可以为圆形法兰、方形法兰或异形法兰,并与凸面法兰相配套。

[0035] 真空泵对接口上设置有CF35刀口密封法兰20,CF35刀口密封法兰20上设置有角阀19,角阀19与真空泵24相连通。

[0036] 连接管22的内端端口设置有凸面法兰220,真空管道转接法兰23为两侧都为两道胶圈密封的平面法兰或凹面法兰,真空管道转接法兰23与连接管22的内端端口通过法兰密封连接。

[0037] 参考图3,该强度测试装置包括三通信号接管3和密封组件,三通信号接管3的主管

与连接管22的外端端口相通且密封连接,三通信号接管3的支管的端口设置有信号传输法兰31。

[0038] 三通信号接管3包括主管信号线进口、主管观察口和支管信号线出口,其中主管信号线进口和主管观察口分别位于主管的两个端口,支管信号线出口位于垂直于主管并与主管连通设置的支管的端口,

[0039] 主管信号线进口与连接管22的外端端口通过胶圈密封法兰30与三通信号接管3的主管连接,信号传输法兰31设置于三通信号接管3的支管的端口上。其中,信号线从三通信号接管3的主管信号线进口穿入、从三通信号接管3的支管的端口穿出,作为一种具体的实施方式,三通信号接管3的支管的端口设有一个法兰,信号传输法兰31与该法兰通过胶圈密封且螺栓加固连接。

[0040] 其中,与真空管道转接法兰23配合的连接管22的内端端口面采用满足压力容器密封要求的RF凸面密封形式,密封圈采用缠绕垫或氟橡胶。与角阀19对接的CF35刀口密封法兰20的面采用满足真空密封要求的CF刀口密封形式,密封材料采用无氧铜金属垫圈。与三通信号接管3连接胶圈密封法兰30采用满足真空密封要求的胶圈密封形式,密封材料选用氟橡胶。

[0041] 参考图4和图5,信号传输法兰31均匀分布多个接线孔,每个接线孔中都穿设有接线柱32,具体地,

[0042] 信号传输法兰31采用机玻璃制作,接线柱32为铜柱。接线柱32包括穿设于接线孔内的信号传输部320以及暴露于接线孔外的信号输入端321和信号输出端322,其中信号传输部粗壮,而信号输入端和信号输出端细小,具体地,信号输入端321或信号输出端322的横截面直径相等且小于信号传输部320的横截面直径,信号传输部320的两端分别通过圆台体323与信号输入端321和信号输出端322连接。

[0043] 信号传输部320与信号输入端321以及信号传输部320与信号输出端322之间的连接处的接线柱32上自内而外依次设置密封胶圈41、垫片42、固定螺帽43和压紧螺帽44形成密封组件。其中,密封圈41以过盈装配形式置于圆台体323外侧,实现轴向和径向真空密封。外端细部的外壁设置有外螺纹324,固定螺帽43和压紧螺帽44的内壁上设置有内螺纹,密封组件通过螺纹锁紧,以保证传输测试信号稳定传输。

[0044] 三通信号接管3的主管观察口上设有有机玻璃观察窗33,用于查看真空状态下管道内部的变形状态。

[0045] 其中,在安装真空管道之前,在待测真空管道内壁的多个关键位置分别设置多个应变片,然后从待测真空管道内部穿过信号线,使信号线的两端分别连接应变片和接线柱32的信号输入端,接线柱32的信号输出端通过信号线连接至信号采集设备。由此可见,三通信号接管3将通过应变片采集的应变值,通过从真空管道内部穿过的信号线将数值信号传递至信号传输法兰31的信号输入端,并通过信号传输法兰31的信号输出端将传输信号引出至信号采集设备。

[0046] 实施例2

[0047] 实施例2提供一种加速器真空管道强度测试方法,采用实施例1中的加速器真空管道强度测试装置,该测试方法包括以下步骤:

[0048] 在待测真空管道内壁的多个关键位置分别设置多个应变片,然后从待测真空管道

内部穿过信号线,使信号线的两端分别连接应变片和接线柱32的信号输入端,接线柱32的信号输出端通过信号线连接至信号采集设备;

[0049] 将待测真空管道与真空管道转接法兰23通过法兰连接,推动密封法兰21将待测真空管道置入压力舱1内,完成待测真空管道安装;

[0050] 检查装置的气密性,确保该装置气密性满足要求;

[0051] 向压力舱1内注入水,通过斜45度耐压观察窗17和水平耐压观察窗18观察压力舱1内的水位情况,待达到临界值时停止注水;

[0052] 启动真空泵24,将待测真空管道抽真空;

[0053] 手摇加压泵12,逐渐增大压力舱1内的水压,信号采集设备实时记录应变片的应变值,直至压力舱1内的水压达到目标压力值。

[0054] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施例对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

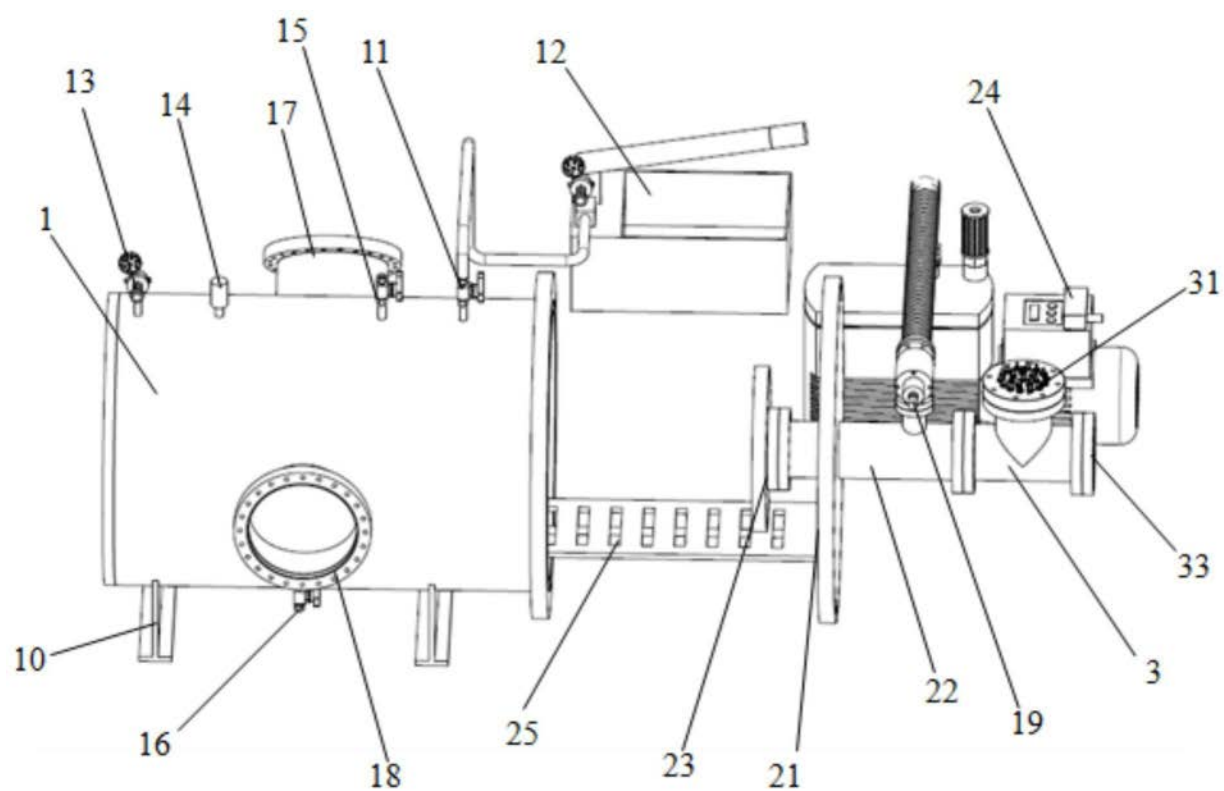


图1

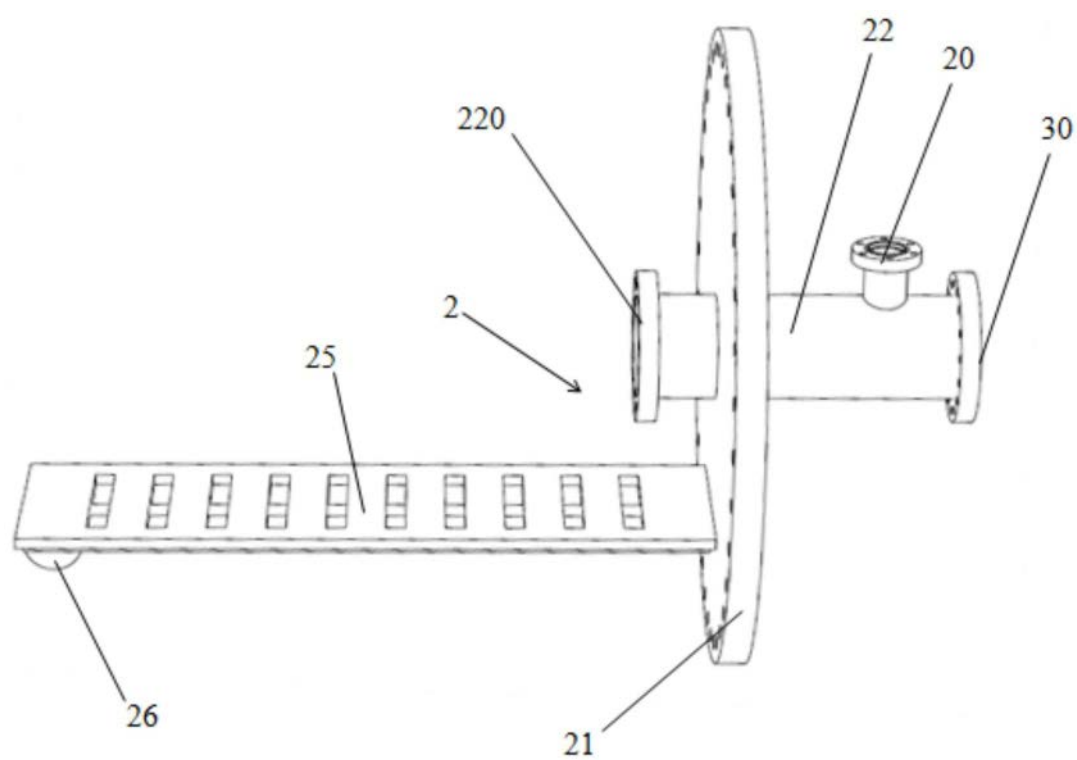


图2

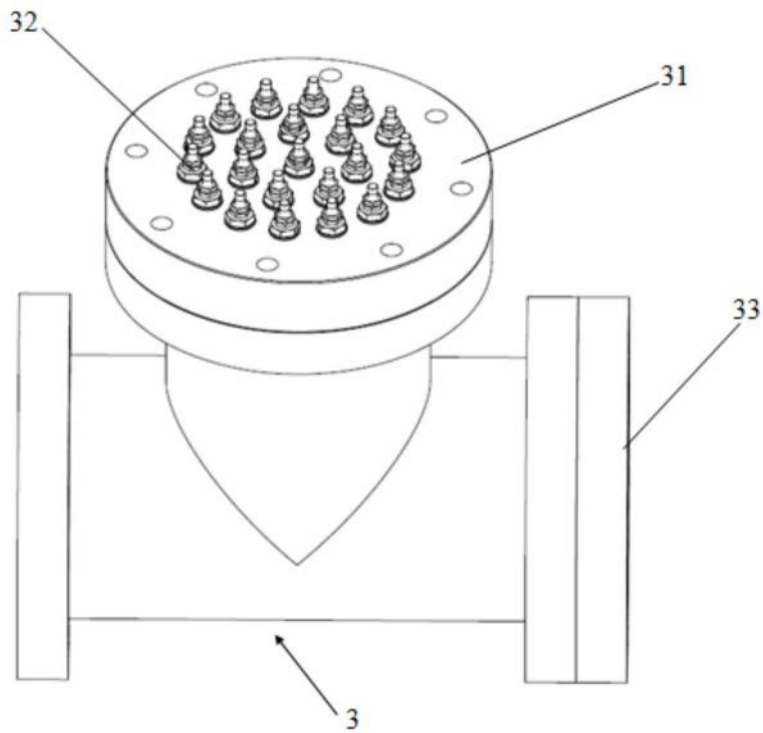


图3

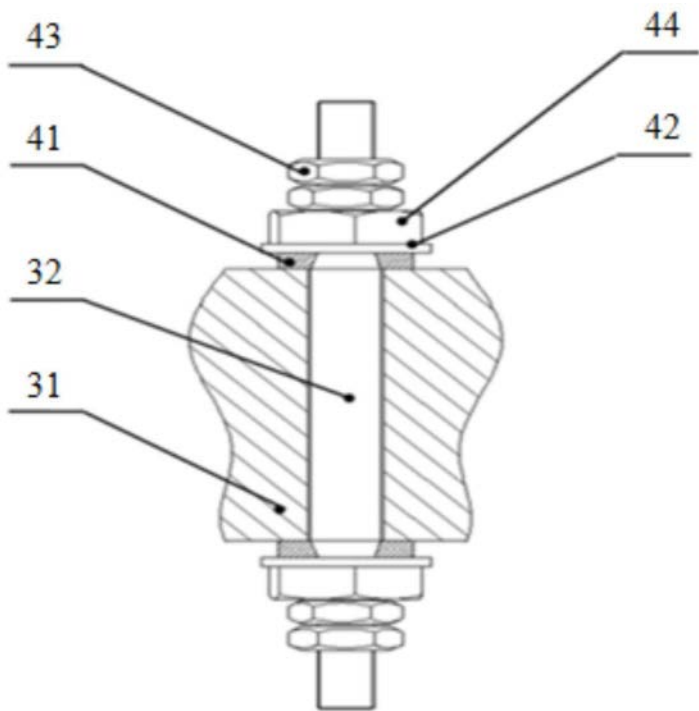


图4

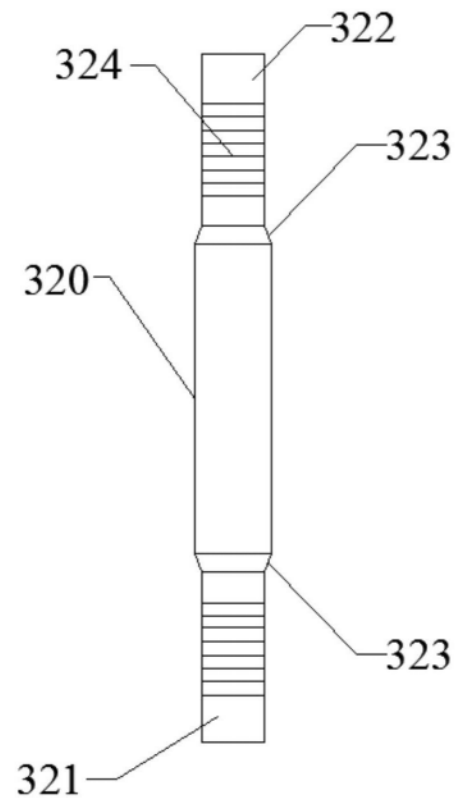


图5