



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102426142 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 29

(21) 申请号 201110270945. 1

(22) 申请日 2011. 09. 14

(73) 专利权人 西安石油大学

地址 710065 陕西省西安市雁塔区电子二路
18 号石油大学 24-502

(72) 发明人 康勇

(74) 专利代理机构 西安西达专利代理有限责任
公司 61202

代理人 刘华

(51) Int. Cl.

G01N 3/12 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2150552 Y, 1993. 12. 22, 全文.

US 2010/0212405 A1, 2010. 08. 26, 全文.

CN 201397272 Y, 2010. 02. 03, 全文.

徐建民等. 波节管承受外压失稳性能
研究. 《节能技术》. 2008, 第 26 卷 (第 152
期), 564-567.

审查员 李玉林

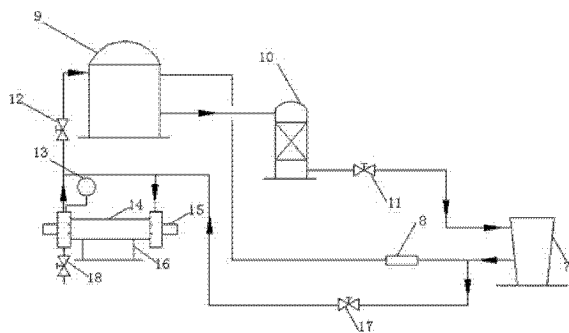
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

管材外压变形的力学实验系统装置及实验方
法

(57) 摘要

本发明公开了管材外压变形的力学实验系统装置。装置的储液罐与安全阀连接,安全阀与压缩机、加压阀连接,储液罐与泄压阀、过滤器连接,加压阀与压缩机连接,泄压阀、加压阀与高压仓连接,高压仓体内腔置有试样管材,两端连接端盖,端盖通过密封压环、密封圈、密封圈支环与高压仓体连接。实验步骤:关闭泄压阀及打开加压阀,向储液罐加入液体,打开排气口,关闭排液管,电动机带动压缩机工作,液体由储液罐被压入高压仓体中,继续增压,观察数据记录器,当压力接近管材屈服变形时,降低增压速度,当压力突然下降时即为管材失稳破坏应力。结构简单,高压仓体无堵塞、泄漏,拆装方便,密封性好,消除管材边缘应力,广泛用于对管材弯曲和轴向力加载。



1. 一种管材外压变形的力学实验系统装置,该系统装置包括电源、电源开关、继电器、电路控制板、电动机、皮带轮、压缩机、安全阀、储液罐、过滤器,其特征在于所述压缩机(7)依次与电源、电源开关、继电器、控制板、电动机、皮带轮连接,所述储液罐(9)右侧通过管道与安全阀(8)一端连接,所述安全阀(8)另一端通过管道分别与压缩机(7)、第二加压阀(17)一端连接,所述储液罐(9)左侧通过管道与泄压阀(12)一端连接,所述储液罐(9)通过管道与过滤器(10)连接,所述过滤器(10)与第一加压阀(11)一端连接,所述第一加压阀(11)另一端与压缩机(7)连接,所述泄压阀(12)另一端与第二加压阀(17)另一端通过管道与高压仓体(14-7)连接,高压仓体(14-7)上分别连接压力表(13)、排油阀(18),所述高压仓体(14-7)内腔置有试样管材(15),高压仓体(14-7)的底部连接一个支承架(16),支承架(16)与地基固定连接,所述高压仓体(14-7)两端分别连接端盖(14-2),试样管材(15)的两端分别处于高压仓体两端端盖的外侧,所述端盖(14-2)设有旋转插孔(14-1),所述旋转插孔(14-1)与第二加压阀(17)另一端连接,所述端盖(14-2)通过密封压环(14-3)、密封圈(14-4)、密封圈支环(14-5)与高压仓体(14-7)连接,高压仓体(14-7)两密封圈之间的距离应是管材外径8倍以上,所述高压仓体(14-7)依次分别与增压孔接管(14-6)、排气口及安全阀口(14-8)、排液管(14-9)连接。

2. 根据权利要求1所述的管材外压变形的力学实验系统装置,其特征在于所述端盖、增压孔接管、排气口及安全阀口、排液管与高压仓体为螺纹连接。

3. 一种如权利要求1所述的系统装置的实验方法,按下述步骤进行:

- (1) 对实验系统进行全面检验,确保实验工艺正确,每一部件性能良好;
- (2) 关闭泄压阀(12)及打开第一加压阀(11)、第二加压阀(17);
- (3) 向储液罐(9)加入可注满高压仓体约一倍体积液体;
- (4) 打开排气口及安全阀口(14-8)调好安全阀;
- (5) 关闭排液管(14-9);
- (6) 打开电源开关(2)接通电源(1)后,电动机(5)带动压缩机(7)开始工作;
- (7) 液体由储液罐(9)开始被压入高压仓体(14-7)中,当液体从排气口及安全阀口(14-8)溢出时,关闭排气口及安全阀口(14-8);
- (8) 继续增压,观察压力表(13)及相关各种数据记录器;
- (9) 当压力接近管材屈服变形时,降低增压速度,让压力缓慢上升,由手动增加;
- (10) 当管材突然变形,即高压仓体(14-7)压力突然下降时即为管材的失稳破坏应力;
- (11) 记录加压过程中的各种实验数据;
- (12) 当管材失稳破坏后,停止增压操作;
- (13) 关闭电源;
- (14) 关闭第一加压阀(11)和第二加压阀(17);
- (15) 打开泄压阀(12),让液体回流到储液罐(9)中;
- (16) 打开排液管(14-9)后,再打开排气口及安全阀口(14-8);
- (17) 待高压仓体(14-7)无液体后,用人工将插销插入旋转插孔(14-1)内,转动端盖(14-2)后卸下端盖;
- (18) 分别取出密封压环(14-3)、密封圈(14-4)和密封圈支环(14-5);
- (19) 取出试样管材(15)观察其变形状况,完成操作过程。

4. 根据权利要求 3 所述的系统装置的实验方法,其特征在于所述液体为液压油或水或乳化液。

管材外压变形的力学实验系统装置及实验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及力学实验装置,具体涉及管材外压变形的力学实验系统装置及实验方法。

背景技术

[0002] 管材在外压作用下发生失稳变形在实际工业生产、日常生活中是常见的一种结构性破坏形式。例如锅炉管材;深水管线,公路或铁路下的管材等都会因外界的静压或动载荷的作用,如果所受外载超过其所能承受的最小失稳压力时,这些管材就可能发不同程度的失稳变形(压偏),造成由此而引起的一系列后果。利用实验方法来研究管材在外压作用下变形机理是十分科学有效方便的研究手段。

[0003] 目前在管材外压变形力学实验装置研究领域中,已推出了几款专利产品。例如:一种薄壁管件外压失稳试验装置(申请号:200920032926.3),一种深水立管疲劳实验装置(申请号:201010577791.6)。但这些实验装置大都存在系统构复杂、准确性低,特别是不易观察,实验操作困难及制造成本高。同时,它们的共同缺点是不能完全消除管材的边缘应力,而且不能直接用肉眼随时观察,这就必然带来实验过程复杂,不易记录到失稳点等缺陷。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种结构简单,输液管线和高压仓体无堵塞,无泄漏,拆装方便,密封性能好,消除了管材的边缘应力,便于在实验过程中对变形过程进行控制和直接观察,有利于采集实验数据及实验方式的调整的管材外压变形的力学实验系统装置。

[0005] 本发明的另一目的是提供实验方法。

[0006] 为了克服现有技术的不足,本发明的技术方案是这样解决的:一种管材外压变形的力学实验系统装置包括电源、电源开关、继电器、电路控制板、电动机、皮带轮、压缩机、安全阀、储液罐、过滤器,本发明的特殊之处在于所述压缩机依次与电源、电源开关、继电器、控制板、电动机、皮带轮连接,所述储液罐右侧通过管道与安全阀一端连接,所述安全阀另一端通过管道分别与压缩机、第二加压阀一端连接,所述储液罐左侧通过管道与泄压阀一端连接,所述储液罐通过管道与过滤器连接,所述过滤器与第一加压阀一端连接,所述第一加压阀另一端与压缩机连接,所述泄压阀另一端与第二加压阀另一端通过管道与高压仓体连接,高压仓体上分别连接压力表、排油阀,所述高压仓体内腔置有试样管材,所述高压仓体的底部连接一个支承架,支承架与地基固定连接,所述高压仓体两端分别连接端盖,试样管材的两端分别处于高压仓体两端端盖的外侧,,所述端盖设有旋转插孔,所述旋转插孔与第二加压阀另一端连接,所述端盖通过密封压环、密封圈、密封圈支环与高压仓体连接,高压仓体14-7两密封圈之间的距离应是管材外径8倍以上,所述高压仓体依次分别与增压孔接管、高压仓体、排气口及安全阀口、排液管连接。

[0007] 所述端盖、增压孔接管、排气口及安全阀口、排液管与高压仓体为螺纹连接。

[0008] 一种所述的系统装置的实验方法,按下述步骤进行:

- [0009] (1)、对实验系统进行全面检验,确保实验工艺正确,每一部件性能良好;
- [0010] (2)、关闭泄压阀及打开第一加压阀、第二加压阀;
- [0011] (3)、向储液罐加入一定量的液体;
- [0012] (4)、打开排气口及安全阀口调好安全阀;
- [0013] (5)关闭排液管;
- [0014] (6)、打开电源开关接通电源后,电动机带动压缩机开始工作;
- [0015] (7)、液体由储液罐开始被压入高压仓体中,当液体从排气口及安全阀口溢出时,关闭排气口及安全阀口;
- [0016] (8)、继续增压,观察压力表及相关各种数据记录器;
- [0017] (9)、当压力接近管材屈服变形时,降低增压速度,让压力缓慢上升,由手动增加;
- [0018] (10)、当高压仓体压力突然下降时即为管材的失稳破坏应力;
- [0019] (11)、当管材屈服变形时,记录各种实验数据;
- [0020] (12)、当记录完各种实验数据后,停止增压操作;
- [0021] (13)、关闭电源;
- [0022] (14)、关闭第一加压阀和第二加压阀;
- [0023] (15)、打开泄压阀,让液体回流到储液罐中;
- [0024] (16)、打开排液管后,再打开排气口及安全阀口;
- [0025] (17)、待高压仓体无液体后,用人工将插销插入旋转插孔内,转动端盖后卸下端盖;
- [0026] (18)、分别取出密封压环、密封圈和密封圈支环;
- [0027] (19)、取出实验管材观察其变形状况,完成操作过程。
- [0028] 所述液体为液压油或水或乳化液。
- [0029] 本发明与现有技术相比,具有结构简单,输液管线和高压仓体无堵塞,无泄漏,拆装方便,密封性能好,消除了管材的边缘应力,便于在实验过程中对变形过程进行控制和直接观察,有利于采集实验数据及实验方式的调整的特点,广泛用于对管材的弯曲加载和轴向力加载,可以分别完成在这两种载荷的情况下的管材变形实验。

附图说明

- [0030] 图1为本发明的管材外压变形的力学实验系统装置结构示意图;
- [0031] 图2为图1的高压仓剖视结构示意图。

具体实施方式

- [0032] 附图为本发明的实施例。
- [0033] 下面结合附图对发明内容作进一步说明:
- [0034] 参照图1、图2所示,一种管材外压变形的力学实验系统装置包括电源、电源开关、继电器、电路控制板、电动机、皮带轮、压缩机、安全阀、储液罐、过滤器,所述压缩机7依次与电源、电源开关、继电器、控制板、电动机、皮带轮连接,所述储液罐9右侧通过管道与安全阀8一端连接,所述安全阀8另一端通过管道分别与压缩机7、第二加压阀17一端连接,所述储液罐9左侧通过管道与泄压阀12一端连接,所述储液罐9通过管道与过滤器10

连接,所述过滤器 10 与第一加压阀 11 一端连接,所述第一加压阀 11 另一端与压缩机 7 连接,所述泄压阀 12 另一端与第二加压阀 17 另一端通过管道与高压仓体 14-7 连接,高压仓 14-7 上分别连接压力表 13、排油阀 18,所述高压仓体 14-7 内腔置有试样管材 15,所述高压仓体 14-7 的底部连接一个支承架 16,支承架 16 与地基固定连接,所述高压仓体 14-7 两端分别连接端盖 14-2,所述端盖 14-2 设有旋转插孔 14-1,所述旋转插孔 14-1 与第二加压阀 17 另一端连接,所述端盖 14-2 通过密封压环 14-3、密封圈 14-4、密封圈支环 14-5 与高压仓体 14-7 连接,所述高压仓体 14-7 依次分别与增压孔接管 14-6、排气口及安全阀口 14-8、排液管 14-9 连接。

[0035] 所述端盖、增压孔接管、排气口及安全阀口、排液管与高压仓体为螺纹连接。

[0036] 下面对零部件作用简介如下:

[0037] 1、控制板通过对控制板的操作,可以在远端对电源进行控制,从而控制了整个实验系统的运行。

[0038] 2、安全阀 8:一旦实验系统操作失误而引起系统超过设定压力时,该阀门会自动打开,保护了系统中的设备不因超压而损坏。

[0039] 3、储液罐 9:收集和提供增压液的,可对增压液处理后循环使用。

[0040] 4、第一加压阀 11 及第二加压阀 17:当需要给高压仓增压时,可打开该阀。

[0041] 5、泄压阀 12:当需要对高压仓泄压时,可打开该阀。

[0042] 6、压力表 13:可以随时观察高压仓体内的压力。

[0043] 7、高压仓体 14-7:管材在高压仓内受到外压的作用,达到对管村进行实验的目的。

[0044] 8、旋转插孔 14-1:利用该孔可使安装端盖时更加容易,减轻了操作人员拧紧端盖时的力量。

[0045] 9、端盖 14-2:用来密封高压仓体 14-7,即通过压紧密封压环 14-3 实现的。

[0046] 10、密封压环 14-3:可直接压紧密封圈 14-4,使压紧力更均匀,消除了没有它时端盖与密封圈 14-4 的摩擦,起到了保护了密封圈 14-4 作用。可以根据不同管材的外径使用相应内径的密封压环 14-3。

[0047] 11、密封圈 14-4:直接套在管材上,有一定的紧度,加之在外力的挤压下会被压偏,这样提高了其密封性。可以根据不同管材的外径使用相应内径的密封圈 14-4。

[0048] 12、密封圈支环 14-5:它对密封圈 14-4 有一个支撑作用,提高了其密封性能。可以根据不同管材的外径使用相应内径的密封圈支环 14-5。

[0049] 13、增压孔接管 14-6:增压液可通过此管进入高压仓体 14-7 中,同时在其上安装有压力表 13;

[0050] 14、排气口及安全阀口 14-8:当液体注入高压仓体 14-7 时,要打开该口,有利于排出高压仓体 14-7 的空气。

[0051] 15、排液管 14-9:当泄压后,高压仓体 14-7 中仍存留一些液体,可以通过打开该管将这部分液体放出。

[0052] 一种所述的系统装置的实验方法,按下述步骤进行:

[0053] (1)、对实验系统进行全面检验,确保实验工艺正确,每一部件性能良好;

[0054] (2)、关闭泄压阀 12 及打开第一加压阀 11、第二加压阀 17;

- [0055] (3)、向储液罐 9 加入液压油或水；
- [0056] (4)、打开排气口及安全阀口 14-8 调好安全阀，调节安全阀泄放压力为高压仓体的设定压力。
- [0057] (5) 关闭排液管 14-9；
- [0058] (6)、打开电源开关接通电源后，电动机带动压缩机 7 开始工作；
- [0059] (7)、液体由储液罐 9 开始被压入高压仓体 14-7 中，当液体从排气口及安全阀口 14-8 溢出时，关闭排气口及安全阀口 14-8；
- [0060] (8)、继续增压，观察压力表 13 及相关各种数据记录器；
- [0061] (9)、当压力接近管材屈服变形时，降低增压速度，让压力缓慢上升，由手动增加；
- [0062] (10) 当管材突然变形，即高压仓体(14-7)压力突然下降时即为管材的失稳破坏应力；
- [0063] (11) 记录加压过程中的各种实验数据；
- [0064] (12) 当管材失稳破坏后，停止增压操作；
- [0065] (13)、关闭电源；
- [0066] (14)、关闭第一加压阀 11 和第二加压阀 17；
- [0067] (15)、打开泄压阀 12，让液体回流入储液罐 9 中；
- [0068] (16)、打开排液管 14-9 后，再打开排气口及安全阀口 14-8；
- [0069] (17)、待高压仓体 14-7 无液体后，用人工将插销插入旋转插孔 14-1 内，转动端盖 14-2 后卸下端盖；
- [0070] (18)、分别取出密封压环 14-3、密封圈 14-4 和密封圈支环 14-5；
- [0071] (19)、取出实验管材 15 观察其变形状况，完成操作过程。
- [0072] 所述液体为液压油或水或乳化液。
- [0073] 综上所述，通过控制板对电动机运行的控制，使其带动压缩机工作，压缩机将来自储液罐的液体(水或油或乳化液) 加压后压入高压仓体 14-7，当高压仓体 14-7 的压力超过管材最小屈服强度时，即管材可承受的 最大弹性压力时，管材发生失稳变形，也称之为管材的挤毁性破坏。完成加压变形后，同时也完成了各种实验数据的记录。然后泄压，取出管材进行变形量的测量等 后继工作，液体通过泄压阀后返回到储液罐以备循环使用，此时即完成了对管材的外压实验过程。
- [0074] 管材高压仓体 14-7 是该实验系统中最为重要的装置，它是一个可拆卸的钢制密闭体，可依照厚壁容器类型设计。因为它要承受很高的内压，内径要大于待测管材的外径，并有一定的环空间，在管材与高压仓体 14-7 之间的密封可采用橡胶环，保证仓内有足够的实验压力而不发生密封泄漏情况，同时可使管材有一定的轴向位移。该实验系统与现有全封闭式实验装置不同，可以在实验过程中记录实验数据的同时，随时观察到管材在外压作用下的变形情况，具有直观性的特点。
- [0075] 为了稳定地对高压仓体 14-7 施加压力，管材试样的外径应与高压仓体 14-7 内径留有至少 3 ~ 5mm 的差值，使管材受力均匀。密封圈 14-4 应紧套在管材试样的外侧，即保证其在高压下有良好地密封性，否则，在管材试样在未达到完全屈服点之前，液体在高压作用下会通过密封圈 14-4 与管村外侧的间隙中从高压仓体 14-7 中泄漏。
- [0076] 要求高压仓体 14-7 两密封圈之间的距离应是管材外径 8 倍以上。这样就能进一步

保证消除边缘应力的影响。管材的表面必需平整没有瑕疵,确保封盖完好没有泄露,确保实验系统装置工作正常,如输液管线和高压仓体 14-7 无堵塞,无泄漏,各种记录计正常工作,同时确保实验系统及其环境的安全性。

[0077] 本发明与现有技术的技术方案主要区别:

[0078] 1. 目前的实验装置都将待实验管材放在高压仓体 14-7 的内部,而本实验装置是将其实验的一部分安装在高压仓体 14-7 的外部,拆装方便及可观察实验过程,这也是本发明的特点之一。

[0079] 2. 待实验管的内管与大气相通,可以忽略管内压的作用,这样所得到的外压实验结果更加准确。

[0080] 3. 给出了增加系统,并且在这个系统中考虑了安全因素,如有处设有安全阀,使该系统更安全可靠。

[0081] 4. 可以用油也可用水或乳化液作为增压液,且增压液可循环使用。

[0082] 5. 增压泵可电驱动也可手动,对增加速度可方便地控制与调整,如当管材处在临界屈服点时,可以降低增压速度,有利于观察实验过程的微小变化及数据的记录以及获得准确的数据。

[0083] 6. 采用端盖加密封圈密封结构,增强了密封性能,也便于各部件的安装。

[0084] 7. 最大限度的消除了边缘应力问题,使实验过程的管材的变形过程更加符合实际管材的变形过程。

[0085] 8. 在实验过程中,可以通过观察侧向管孔内部情况,直接观察管材的变形过程,便于加压过程的控制,使实验更加安全,也对整个实验过程有一个直观的感觉。

[0086] 9. 结构不同:

[0087] (1) 实验管材的直径可以有较大的变化,只需改变密封压环 14-3、密封圈 14-4 及密封圈支环 14-5 的内径就可对不同外径的管材进行实验,所以实验装置具有可调节功能。

[0088] (2) 制造成本明显降低,实验装置较小,占地也就小,实验过程容易。

[0089] (3) 端盖 14-2 加密封压环 14-3 及密封圈支环 14-5 的密封结构:端盖通过密封压环 14-3 对密封圈有一个压紧作用力,保证了在高压下密封圈的强度和严密性,同时也不易使密封圈在安装与使用过程中受损,提高了系统密封性能,延长了使用时间和扩大了应用范围。

[0090] (4) 高压仓体 14-7 中的管材内侧没有任何内支撑,管材外侧只有密封圈的弹性支撑,结构的特点是使管材处于无约束状态,更接近于实际的无限长管材的应力状态,从而得到更加准确的实验数据。

[0091] (5) 端盖 14-2、增压孔接管 14-6、排气口及安全阀口 14-8 及排液管与高压仓体 14-7 都是采用螺纹方式连接的,这样安装方便,提高了它们的密封性,保证其足够的强度。

[0092] 10、结构相对简单,制造加工容易,成本降低。

[0093] 11、可以很方便的通过局部的结构变化,实现对管材的弯曲加载和加轴向力加载,可以分别完成在这两种载荷的情况下的管材变形实验。

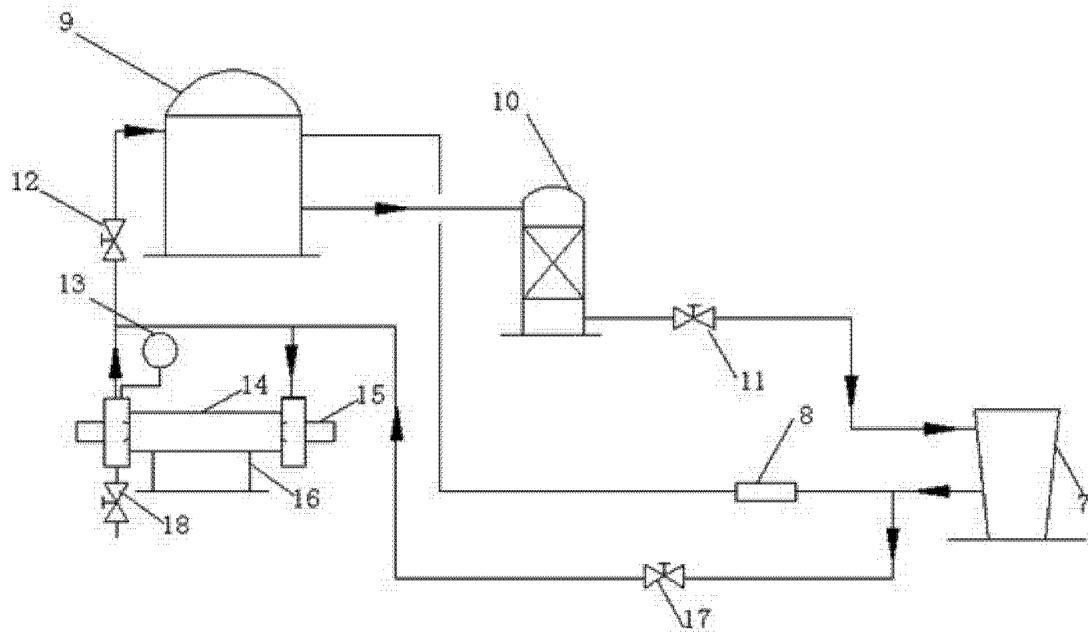


图 1

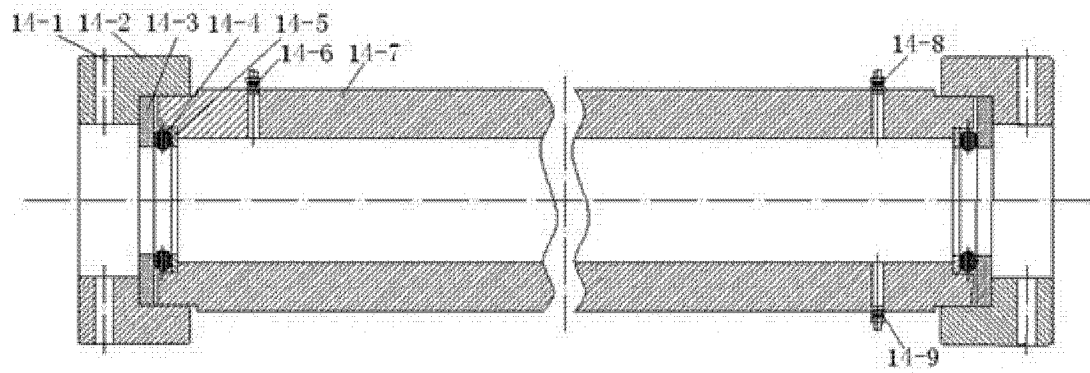


图 2