



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114088747 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 20

(21) 申请号 202111395357.0

(22) 申请日 2021.11.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114088747 A

(43) 申请公布日 2022.02.25

(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
路东段18号

(72) 发明人 齐傲江 黄海 谷潇雨 任大忠

(74) 专利代理机构 北京开阳星知识产权代理有
限公司 11710

专利代理师 李雪松

(51) Int. Cl.

G01N 23/046 (2018.01)

(56) 对比文件

CN 113484223 A, 2021.10.08

WO 2020029497 A1, 2020.02.13

CN 112284933 A, 2021.01.29

WO 2017128479 A1, 2017.08.03

CN 109781606 A, 2019.05.21

US 2015268314 A1, 2015.09.24

审查员 刘永

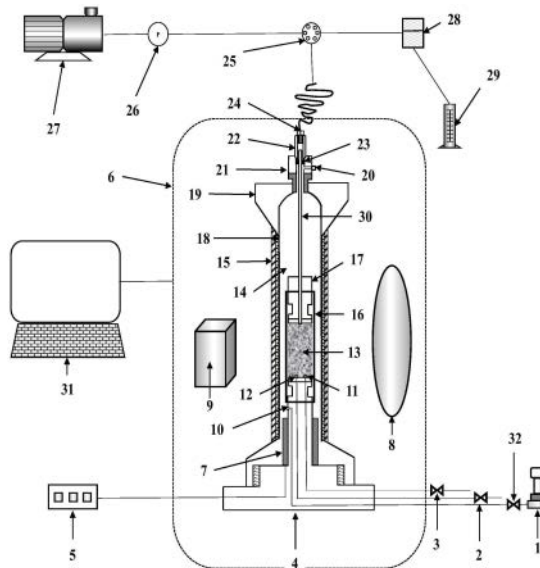
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

岩心夹持器

(57) 摘要

本发明公开的一种岩心夹持器,涉及亚微米CT扫描技术技术领域,包括两端设置有加强结构的渗流腔外壳,渗流腔外壳分别与底座和排液排气组件连接,排液排气组件上设置有能够使围压腔与外界环境连通的开孔,底座内设置有进液组件,底座上固定有与围压腔同轴的样品容纳装置。上述岩心夹持器通过底座实现了围压液的加载和驱替介质的输入等多方面的控制;通过将围压腔与外界环境连通的开孔设置在外接的排液排气组件上,保证了渗流腔外壳的完整性;通过加强渗流腔外壳的两端,保证了渗流腔外壳的两端的强度符合实验要求,使渗流腔外壳中部可以通过外接套筒加强的部位能够设置的更薄,以降低对射线源和物镜的干扰,提高成像质量。



1. 一种岩心夹持器,其特征在于,包括渗流腔外壳(19)、底座(4)、进液组件、样品容纳装置和排液排气组件;

所述渗流腔外壳(19)的两端分别设置有第一加强结构和第二加强结构,所述渗流腔外壳(19)的一端与所述底座(4)固定连接,所述渗流腔外壳(19)的另一端与所述排液排气组件固定连接;所述渗流腔外壳(19)内部为柱形的围压腔(14),所述围压腔(14)的上端腔体直径沿岩心介质排出方向逐渐缩小;

所述底座(4)为空心结构,所述进液组件设置在所述底座(4)内,所述底座(4)侧壁上设置有加热装置(7);

所述样品容纳装置与所述围压腔(14)同轴位于所述围压腔(14)内,所述样品容纳装置固定在底座(4)上,所述样品容纳装置包括耐压橡胶套(16)和上堵头(17),所述耐压橡胶套(16)的一端用于套设在所述底座(4)上,所述耐压橡胶套(16)的另一端与所述上堵头(17)密封连接,所述上堵头(17)上设置有通孔;

所述排液排气组件上设置有连通所述围压腔(14)与外界环境的通孔;所述排液排气组件包括外接堵头(21)、导流管(30)、侧堵头(20)和密封圈(23);

所述外接堵头(21)上设置有通孔,部分所述外接堵头(21)固定在所述渗流腔外壳(19)内与所述围压腔(14)连通,所述外接堵头(21)位于所述渗流腔外壳(19)外的部分设置有侧开孔,所述侧开孔连接所述外接堵头(21)的通孔与外部环境,所述侧开孔与外部环境连接的一端密封有可拆卸的所述侧堵头(20);

所述导流管(30)的一端的外侧与所述上堵头(17)的通孔密封配合并与所述耐压橡胶套(16)的内部连通,所述导流管(30)的另一端与所述外接堵头(21)的通孔间隙配合;

所述密封圈(23)用于固定连接所述导流管(30)和所述外接堵头(21),且所述密封圈(23)位于所述侧开孔远离所述围压腔(14)的一侧。

2. 根据权利要求1所述的岩心夹持器,其特征在于,所述底座(4)为竖直设置的不少于两阶的多阶结构,所述样品容纳组件与所述底座(4)的最高级台阶的侧壁固定连接;

所述渗流腔外壳(19)罩设在所述样品容纳组件外,与所述底座(4)的侧壁固定连接;

所述加热装置位于所述渗流腔外壳(19)内并位于所述样品容纳组件外。

3. 根据权利要求2所述的岩心夹持器,其特征在于,所述进液组件包括第一进液管、第二进液管和围压接入管;所述底座(4)的顶部开设有第一进液口(11)和第二进液口(12),所述底座(4)的侧壁开设有围压接入口(10);所述第一进液口(11)和所述第二进液口(12)用于使所述第一进液管和所述第二进液管与所述样品容纳装置连通;所述围压接入口(10)用于连通所述围压接入管与所述围压腔(14)。

4. 根据权利要求1所述的岩心夹持器,其特征在于,所述外接堵头(21)的通孔内设置有定位凸起,所述定位凸起位于所述密封圈与所述侧开孔之间。

5. 根据权利要求1或4所述的岩心夹持器,其特征在于,所述渗流腔外壳(19)与所述外接堵头(21)螺纹连接。

6. 根据权利要求1所述的岩心夹持器,其特征在于,所述渗流腔外壳(19)与所述底座(4)螺纹连接。

7. 根据权利要求1所述的岩心夹持器,其特征在于,所述第一加强结构和所述第二加强结构上均设置有用于与扳手配合的接口。

8. 根据权利要求1所述的岩心夹持器,其特征在于,所述渗流腔外壳(19)为合金材质。

岩心夹持器

技术领域

[0001] 本公开涉及亚微米CT扫描技术技术领域,尤其涉及一种岩心夹持器。

背景技术

[0002] 近年来,亚微米CT扫描技术在石油层物理实验领域已逐渐得到应用,其对于样品无损检测且定量可视化的特点,使其成为了一种重要的实验表征方法。

[0003] 以低渗-特低渗岩心流动实验为例,CT扫描微尺度流动实验时为追求扫描分辨率,使用的岩心样品尺寸(直径<1cm)远小于常规油层物理岩心样品(直径=2.5cm)。当前,亚微米CT最大扫描电压较低,射线穿透能力较弱,常规钢体材质夹持器无法满足扫描要求,合金材质夹持器在实验负载下无法满足强度要求,同时受岩心流动实验过程中压力与温度影响,致使岩心样品易发生位移,致使后期图像计算难度大,实验成功率与准确性大大受限。

发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题,本公开提供了一种岩心夹持器。

[0005] 本公开提供了一种岩心夹持器,包括渗流腔外壳、底座、进液组件、样品容纳装置和排液排气组件;

[0006] 渗流腔外壳的两端分别设置有第一加强结构和第二加强结构,渗流腔外壳的一端与底座固定连接,渗流腔外壳的另一端与排液排气组件固定连接;渗流腔外壳内部为柱形的围压腔,围压腔的上端腔体直径沿岩心介质排出方向逐渐缩小;

[0007] 底座为空心结构,进液组件设置在底座内,底座侧壁上设置有加热装置;

[0008] 样品容纳装置与围压腔同轴位于围压腔内,样品容纳装置固定在底座上;

[0009] 排液排气组件上设置有连通围压腔与外界环境的通孔。

[0010] 可选的,底座为竖直设置的不少于两阶的多阶结构,样品容纳组件与底座的最高级台阶的侧壁固定连接;

[0011] 渗流腔外壳罩设在样品容纳组件外,与底座的侧壁固定连接;

[0012] 加热装置位于渗流腔外壳内并位于样品容纳组件外。

[0013] 可选的,进液组件包括第一进液管、第二进液管和围压接入管;底座的顶部开设有第一进液口和第二进液口,底座的侧壁开设有围压接入口;第一进液口和第二进液口用于使第一进液管和第二进液管与样品容纳装置连通;围压接入口用于连通围压接入管与围压腔。

[0014] 可选的,样品容纳装置包括耐压橡胶套和上堵头,耐压橡胶套的一端用于套设在底座上,耐压橡胶套的另一端与上堵头密封连接,上堵头上设置有通孔。

[0015] 可选的,排液排气组件包括外接堵头、导流管、侧堵头和密封圈;

[0016] 外接堵头上设置有通孔,部分外接堵头固定在渗流腔外壳内与围压腔连通,外接堵头位于渗流腔外壳外的部分设置有侧开孔,侧开孔连接外接堵头的通孔与外部环境,侧

开孔与外部环境连接的一端密封有可拆卸的侧堵头；

[0017] 导流管的一端的外侧与上堵头的通孔密封配合并与耐压橡胶套的内部连通，导流管的另一端与外接堵头的通孔间隙配合；

[0018] 密封圈用于固定连接导流管和外接堵头，且密封圈位于侧开孔远离围压腔的一侧。

[0019] 可选的，外接堵头的通孔内设置有定位凸起，定位凸起位于密封圈与侧开孔之间。

[0020] 可选的，渗流腔外壳与外接堵头螺纹连接。

[0021] 可选的，渗流腔外壳与底座螺纹连接。

[0022] 可选的，第一加强结构和第二加强结构上均设置有用于与扳手配合的接口。

[0023] 可选的，渗流腔外壳为合金材质。

[0024] 本公开实施例提供的技术方案与现有技术相比具有如下优点：

[0025] 本公开提供的岩心夹持器，包括设置有第一加强结构和第二加强结构的渗流腔外壳，渗流腔外壳分别与底座和排液排气组件连接，排液排气组件上设置有能够使围压腔与外界环境连通的开孔，围压腔内的底座上设置有发热装置，底座内设置有进液组件，底座上固定有与围压腔同轴的样品容纳装置。上述岩心夹持器通过底座实现了加热，围压液的加载和驱替介质的输入等多方面的控制；通过将围压腔与外界环境连通的开孔设置在外接的排液排气组件上，保证了渗流腔外壳的完整性；通过加强渗流腔外壳的两端，保证了渗流腔外壳的两端无法通过外接套筒加强的部位的强度符合实验要求，使渗流腔外壳中部可以通过外接套筒加强的部位能够设置的更薄，以降低对射线源和物镜的干扰，提高成像质量。

附图说明

[0026] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。

[0027] 为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，对于本领域普通技术人员而言，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为本公开实施例所述的岩心样品亚微米CT扫描实验装置的示意图；

[0029] 图2为本公开实施例所述的多功能固定底座结构的俯视图；

[0030] 图3为本公开实施例所述的排液排气组件的示意图。

[0031] 其中，1、围压泵；2、第一控制阀门；3、第二控制阀门；4、底座；5、温度控制器；6、亚微米CT扫描仪；7、加热装置；8、物镜；9、射线源；10、围压接入口；11、第一进液口；12、第二进液口；13、岩心样品；14、围压腔；15、保温涂层；16、耐压橡胶套；17、上堵头；18、碳纤维包裹层；19、渗流腔体外壳；20、侧堵头；21、外接堵头；22、排液接头；23、密封圈；24、螺旋管；25、多通阀；26、压力表；27、真空泵；28、回压控制阀；29、称量容器、30、导流管；31、主控电脑；32、围压控制阀。

具体实施方式

[0032] 为了能够更清楚地理解本公开的上述目的、特征和优点，下面将对本公开的方案进行进一步描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本公开的实施例及实施例中的特征可

以相互组合。

[0033] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本公开,但本公开还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施;显然,说明书中的实施例只是本公开的一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0034] 在现有的岩心样品13亚微米CT扫描技术中,使用常规钢材制成的岩心夹持器无法满足扫描要求,使用薄壁结构有益于扫描成像却无法保证渗流腔外壳两端的强度;此外,由于低渗、特低渗岩心流动实验中需要向岩心夹持器内通入围压液、及多种驱替介质等流体,因此连接管线的过程非常繁琐,直接伸入耐压橡胶套16内的管道还会在扫描后形成“伪影”影响成像质量。

[0035] 为了解决上述技术问题,本公开提供一种岩心夹持器。

[0036] 结合图1和图2所示,本公开一些实施例提供的岩心夹持器,包括渗流腔外壳、底座4、进液组件、样品容纳装置和排液排气组件;渗流腔外壳的两端分别设置有第一加强结构和第二加强结构,渗流腔外壳的一端与底座4固定连接,渗流腔外壳的另一端与排液排气组件固定连接;渗流腔外壳内部为柱形的围压腔14,围压腔14的上端腔体直径沿岩心介质排出方向逐渐缩小;底座4为空心结构,进液组件设置在底座4内,底座4侧壁上设置有加热装置7;样品容纳装置与围压腔14同轴位于围压腔14内,样品容纳装置固定在底座4上;排液排气组件上设置有连通围压腔14与外界环境的通孔。

[0037] 该岩心夹持器在使用过程中首先将装有岩心样品13的样品容纳装置安装在底座4上,并安装部分排液排气组件;然后将渗流腔体外壳19固定于底座4上,并安装排液排气组件的其他部分。最后连接其他管线与阀门,检查密封性,并按照需求进行实验。

[0038] 通过上述岩心夹持器的底座4可以同时解决围压进液和多种驱替介质的流动加载问题;通过两端设置有加强结构的渗流腔外壳可以在渗流腔中部采用薄壁结构,缩短物镜8、射线源9与岩心样品13间的距离,最大程度上提高岩心流动过程中的图像扫描分辨率与图形质量;通过一体化的排液排气组件解决了岩心旋转扫描过程中管道缠绕造成的,管道与接口之间以及岩心样品13与射线源9、物镜8之间发生偏移;此外,在排液排气组件上设置连通围压腔14与外界环境的通孔能够避免在围压腔14上开设通孔,保证了围压腔14的强度。

[0039] 在一些实施例中,渗流腔体外壳19的薄壁结构表面有碳纤维包裹层18,碳纤维包裹层18的表面涂覆有保温涂层15。

[0040] 在一些实施例中,底座4为竖直设置的不少于两阶的多阶结构,样品容纳组件与底座4的最高级台阶的侧壁固定连接;渗流腔外壳罩设在样品容纳组件外,与底座4的侧壁固定连接;加热装置7位于渗流腔外壳内并位于样品容纳组件外。在如图1所示的实施例中,所述底座4包括三级台阶,底座4竖直固定在可旋转的测试平台上,渗流腔外壳下端的内壁与底座4的中间台阶固定连接,渗流腔的底面抵触在底座4最底台阶的上表面上;样品容纳组件固定的套设在底座4的最高级台阶的侧壁上,在样品容纳组件与底座4连接处下方的最高台阶侧壁上还设置有加热装置7。底座4的多阶结构可以为渗流腔外壳、样品容纳装置、加热装置7、进液组件等部件提供安装面。

[0041] 在一些实施例中,进液组件包括第一进液管、第二进液管和围压接入管;底座4的顶部开设有第一进液口11和第二进液口12,底座4的侧壁开设有围压接入口10;第一进液口

11和第二进液口12用于使第一进液管和第二进液管与样品容纳装置连通;围压接入口10用于连通围压接入管与围压腔14。在图1和图2所示的实施例中围压接入管与围压腔14的连通孔位于样品容纳组件和加热装置7之间的第一进液孔和第二进液孔分别用于通入介质油和介质水;在一些实施例中,还可以增设其他管道,用于通入气体、酸性溶液、碱性溶液等流体;将进液组件装入底座4内部能够避免管路对岩心样品13的CT扫描产生干扰,提高成像质量。

[0042] 在一些实施例中,样品容纳装置包括耐压橡胶套16和上堵头17,耐压橡胶套16的一端用于套设在底座4上,耐压橡胶套16的另一端与上堵头17密封连接,上堵头17上设置有通孔。在如图1所示的实施例中,底座4顶部设置有用于与耐压橡胶套16配合的工字型结构,耐压橡胶套16内用于放置岩心样本,上堵头17为工字型结构,必要时可在上堵头17的凹槽内设置密封圈23。该装置结构简单,安装方便,通过和底座4直接连接省去了样品容纳装置的下端的独立堵头,同时使第一进液管和第二进液管不必暴露在围压环境中。

[0043] 在一些实施例中,排液排气组件包括外接堵头21、导流管30、侧堵头20和密封圈23;外接堵头21上设置有通孔,部分外接堵头21固定在渗流腔外壳内与围压腔14连通,外接堵头21位于渗流腔外壳外的部分设置有侧开孔,侧开孔连接外接堵头21的通孔与外部环境,侧开孔与外部环境连接的一端密封有可拆卸的侧堵头20;导流管30的一端的外侧与上堵头17的通孔密封配合并与耐压橡胶套16的内部连通,导流管30的另一端与外接堵头21的通孔间隙配合;密封圈23用于固定连接导流管30和外接堵头21,且密封圈23位于侧开孔远离围压腔14的一侧。在如图1所示的实施例中,外接堵头21的末端连接有排液接头22,排液接头22既可以用于排出样品中的空气,又可以用于实现多驱替介质的流动加载;在向围压腔14中注入围压液时侧开孔既可以用于排出腔体内的空气,又可以观察围压液的状态,当围压液充满围压腔14,自侧开口处溢出时使用侧堵头20密封侧开口,之后可根据实验要求控制通过围压液控制围压腔14内的负载。通过使用一体化的排液排气组件,节省了渗流腔外壳顶部的空间,降低了通孔过多可能造成的漏气、漏液的风险。

[0044] 在一些实施例中,外接堵头21的通孔内设置有定位凸起,定位凸起位于密封圈23与侧开孔之间。定位凸起设置在密封圈23侧开孔之间,为密封圈23提供了安装平面,防止密封圈23在实验过程中发生滑移,一方面保证了导流管30与外接堵头21之间的密封,另一方面防止密封圈23封堵侧开孔。

[0045] 在一些实施例中,渗流腔外壳与外接堵头21螺纹连接,由于螺纹连接稳固可靠,便于加工;在另一些实施例中渗流腔外壳与外接堵头21之间也可以采用密封圈23密封,采用卡爪固定连接。

[0046] 在一些实施例中,渗流腔外壳与底座4螺纹连接。通过螺纹可以实现渗流腔外壳与底座4之间稳定可靠的连接,并且在实验完成后便于拆卸;在另一些实施例中,底座4侧壁上设置有带有卡口的滑槽,渗流腔外壳下端的内壁上设置有能够与底座4的滑槽和卡口配合的突起,用于实现渗流腔外壳与底座4之间的固定和密封。

[0047] 在一些实施例中,第一加强结构和第二加强结构上均设置有用于与扳手配合的接口。渗流腔外壳与外接堵头21之间,以及渗流腔外壳与底座4之间的上紧需要施力点,渗流腔外壳上突起的第一加强结构和第二加强结构上又足够的空间用于设置与扳手配合的接口。

[0048] 在一些实施例中,渗流腔外壳为合金材质。常用的渗流腔外壳材质又镁铝合金、镁铝合金、钛合金等,采用上述材料的渗流腔外壳更有利于激光的穿透,有利于提高成像质量。

[0049] 下面结合一个整体的实验装置对上述实施例涉及到的方案及实验方法进行说明:

[0050] 岩心亚微米CT扫描实验,需要用到的实验设备,包括扫描系统、温度控制器5、液体控制系统、真空抽气系统,以及岩心加持器;

[0051] 扫描系统包括主控电脑31和亚微米CT扫描仪6,亚微米CT扫描仪6内设置有空腔,岩心夹持器设置在亚微米CT扫描仪6的空腔内部,岩心夹持器中用于放置岩心样本的耐压橡胶套16腔体的位置与亚微米CT扫描仪6的物镜8和射线源9的位置相对应;

[0052] 亚微米CT扫描仪6顶部设置有开孔,顶端接头顶部密封连接有一条螺旋管24,螺旋管24延伸至亚微米CT扫描仪6外,螺旋管24的另一端连接有多通阀25,多通阀25用于控制螺旋管24的连接在液体控制系统连接与真空抽气系统间切换;

[0053] 温度控制器5通过导线与设置在亚微米CT扫描仪6内部的岩心夹持器内部的加热装置7连接;

[0054] 液体控制系统包括围压进液单元、介质进液单元和排液单元,围压进液单元包括围压泵1和围压控制阀32,围压泵1、围压控制阀32与底座4内的围压接入管通过管道连接;介质进液单元包括两条与第一进液管和第二进液管连通的管道用于输送不同介质,介质进液单元的管道上分别设置有第一控制阀门2和第二控制阀门3用于控制介质进液;排液单元包括回压控制阀28、称量容器29和多通阀25,上述部件之间通过管道连接;

[0055] 真空抽气系统包括真空泵27和压力表26,真空泵27与多通阀25通过管道连接,真空泵27与多通阀25之间的管道上设置有压力表26。

[0056] 应用上述实施例中涉及到的岩心夹持器的岩心亚微米CT扫描实验的实验步骤:

[0057] 将底座4固定在亚微米CT扫描仪6内;

[0058] 将装有岩心样品13的耐压橡胶套16安装在底座4上,并安装上堵头17和导流管30;

[0059] 将围压腔14外壳安装在底座4上,然后安装外接堵头21与顶端接头,将螺旋管24与顶端接头连接,然后将排液单元和真空抽气系统连接在多通阀25的不同接口上,并将多通阀25与螺旋管24相连;

[0060] 打开围压阀,将围压液通过围压泵1注入围压腔14内至侧开孔内的围压液连续流出,然后用外接堵头21密封侧开孔;

[0061] 根据扫描精度需求调整物镜8、射线源9岩心夹持装置间的距离;

[0062] 按照实验需求加载围压,并根据试验需求通过温度控制器5调整加热器的温度,围压达到实验要求后关闭围压进液单元的管道;

[0063] 打开真空抽气系统,对岩心样品13进行抽真空处理,并在实验规定的预设时间内保持岩心样品13真空;

[0064] 关闭真空抽气系统,打开介质进液单元,对岩心供水,设置回压控制阀28压力,待岩心饱和水后,设置亚微米CT扫描仪6参数,获取岩心内部孔隙结构与孔隙内的水相的分布情况;

[0065] 关闭介质进液单元的供水管道,打开介质进液单元的油路管道,设置回压控制阀28压力,待岩心饱和油后,根据实验要求的预设时间对岩心进行老化后,设置亚微米CT扫描

仪6参数,在主控电脑31中获取岩心内部孔隙结构与孔隙内的油相的分布情况。

[0066] 需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0067] 以上所述仅是本公开的具体实施方式,使本领域技术人员能够理解或实现本公开。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本公开的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本公开将不会被限制于本文所述的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

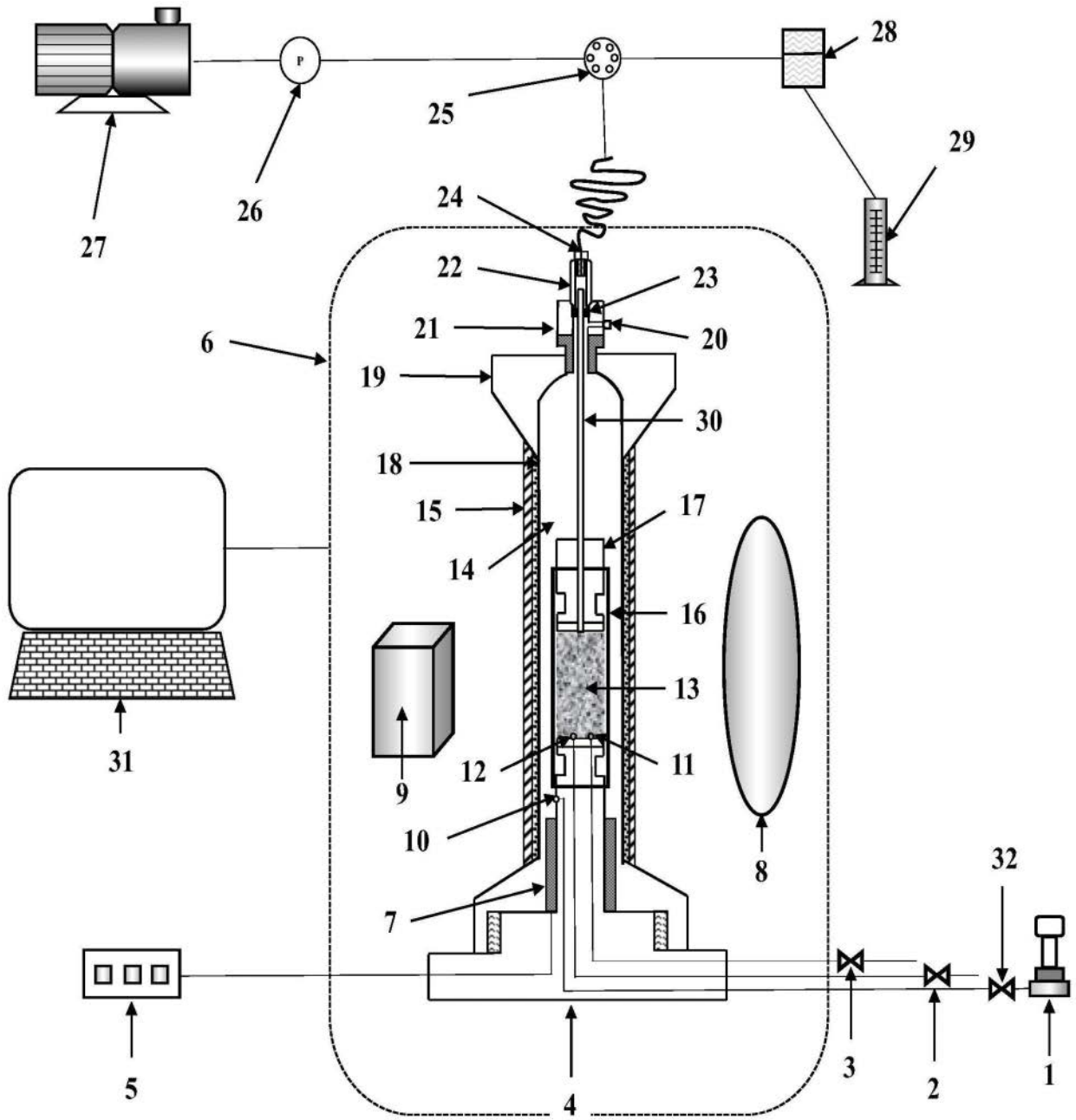


图1

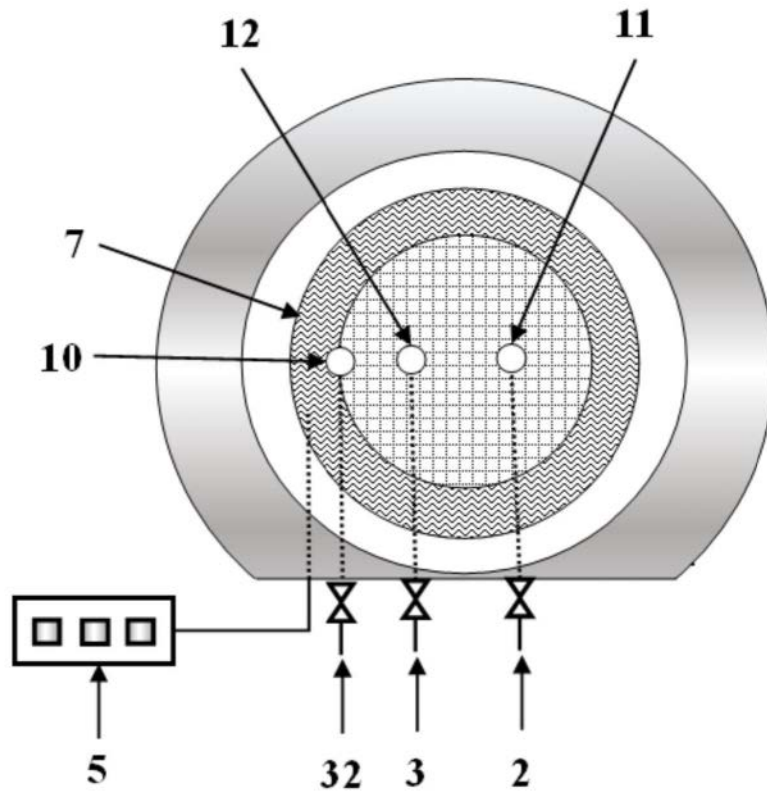


图2

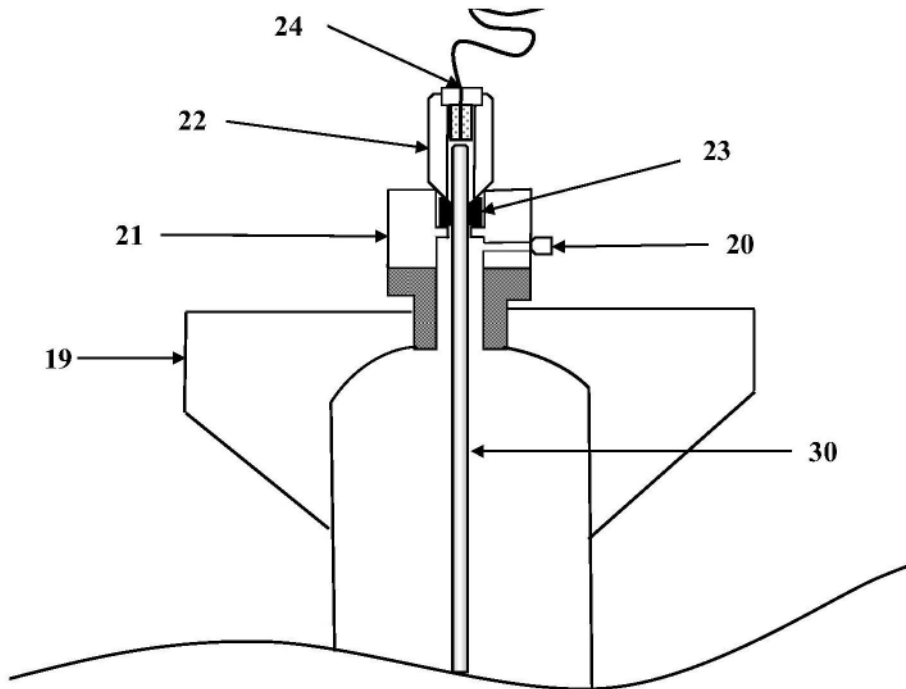


图3