



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107860569 A

(43)申请公布日 2018.03.30

(21)申请号 201711040805.9

(22)申请日 2017.10.31

(71)申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市经济技术开发区
区长江西路66号

(72)发明人 廖华林 董林 牛继磊 林英松
杨帅 陈立涛 徐玥 王宏亮

(74)专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限
公司 37252

代理人 邵朋程

(51)Int.Cl.

G01M 13/00(2006.01)

G01N 15/00(2006.01)

G01N 15/02(2006.01)

G01N 15/08(2006.01)

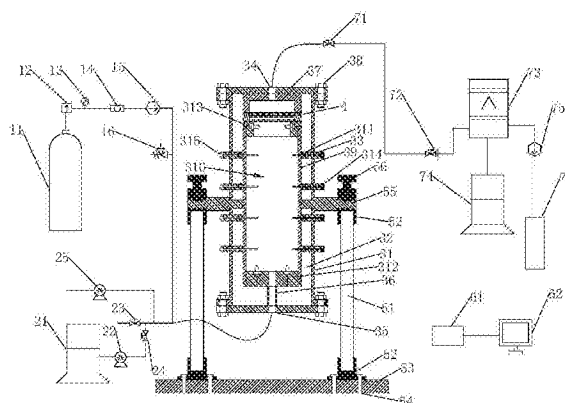
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置及方法

(57)摘要

本发明公开一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置及方法,该装置包括实验装置本体、支撑座、供液系统、供气系统和流体导出采集系统,实验装置本体纵向安装在支撑座上,并能够在支撑座上纵向转动;实验装置本体包括反应釜、恒温夹套、防砂筛管模块、压力传感器、温度传感器和电阻率传感器等,在反应釜的周壁上设置有釜体接口,在恒温夹套的周壁上对应釜体接口的位置处设置有外接口。本发明能够通过实验模拟不同地层条件和开采条件下的防砂筛管堵塞情况以及出砂过程中地层因素对筛管堵塞的影响,可通过分析粒度分布特征和筛管挡砂介质单元压力、流量以及渗透率变化来分析水合物开采过程中出砂造成的筛管堵塞特性变化。



1. 一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置, 其特征在于: 包括实验装置本体、支撑座、供液系统、供气系统和流体导出采集系统;

实验装置本体包括反应釜, 反应釜的内部为反应腔, 在反应腔内充填砾石, 在反应釜的外部设置有恒温夹套, 恒温夹套与内部反应釜之间形成换热腔室, 在换热腔室内充注换热气体或液体; 在反应釜的顶底两端设置有釜体接头, 在釜体接头上安装压力传感器, 在位于反应釜顶端的釜体接头处设置有防砂筛管模块; 在反应釜的周壁上设置有若干个釜体接口, 在恒温夹套的周壁上对应釜体接口的位置处设置有若干个外接口, 外接口与釜体接口对应连接, 在外接口上安装有电阻率传感器和温度传感器; 在恒温夹套的顶底两端设置有端盖, 端盖通过螺栓与恒温夹套固定连接, 其中恒温夹套的底端端盖设置有流体入口, 流体入口与内部反应釜之间通过连接管相连通, 恒温夹套的顶端端盖设置有与内部反应釜连通的流体出口;

实验装置本体纵向安装在支撑座上, 并能够在支撑座上纵向转动; 所述支撑座包括横向布置且呈对峙分布的两个支撑轴, 该两个支撑轴对称安装在实验装置本体的中部两侧, 支撑轴通过立管与底板相连接;

所述供液系统包括水箱, 水箱通过供液管道与流体入口主管道连接, 流体入口主管道连接流体入口, 在供液管道上设置有输送泵和第一控制阀门;

所述供气系统包括气瓶, 气瓶通过供气管道与流体入口主管道连接, 在供气管道上设置有增压泵、压力计、气体过滤器、第一气体流量计和安全阀;

所述流体导出采集系统包括可视化气液固分流器、集液装置和集气装置, 流体出口通过流体排出管道与可视化气液固分流器连接, 在流体排出管道上设置有第二控制阀门和背压阀, 可视化气液固分流器通过液体输送管道与集液装置连接, 可视化气液固分流器通过气体输送管道与集气装置连接, 在气体输送管道上设置有第二气体流量计;

所述压力传感器、温度传感器、电阻率传感器、第一气体流量计和第二气体流量计均与数据采集器相连接, 数据采集器与计算机连接。

2. 根据权利要求1所述的一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置, 其特征在于: 所述釜体接口和外接口均设置8个, 且对称分布在反应釜或恒温夹套的两侧。

3. 根据权利要求1所述的一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置, 其特征在于: 所述流体入口主管道还与抽真空管道连接, 在抽真空管道上设置有真空泵。

4. 根据权利要求1所述的一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置, 其特征在于: 所述外接口中还安装有测压装置, 测压装置与数据采集器连接。

5. 一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验方法, 采用如权利要求1-4中任一权利要求所述的实验装置, 其特征在于包括以下步骤:

(a) 清洗: 用蒸馏水将反应釜、釜体接口、外接口、压力传感器、电阻率传感器、温度传感器、流体出口、流体入口和防砂筛管模块清洗干净, 并进行干燥处理;

(b) 气密性监测: 关闭并密封实验装置本体, 温度常温, 通过流体入口通入氮气, 并用洗洁精或发泡剂沿缝检测气密性;

(c) 样品装填: 打开恒温夹套的顶端端盖, 取下防砂筛管模块和釜体接头, 将砂样填入

反应腔中压实,安装釜体接头和防砂筛管模块,盖上端盖,并固定密封好;

(d) 注水:用真空泵对反应釜进行抽真空,开启水箱和输送泵,打开第一控制阀门,通过流体入口向反应腔内注入蒸馏水或去离子水,并控制注水到固定水位;

(e) 水合物合成:打开气瓶,开启增压泵和安全阀,充分向反应腔内注入天然气,直到气压稳定在某一压力,稳定一段时间后,降温到水合物生成所需温度,记录所需的数据;

(f) 开采出砂:将实验装置本体转动90度,使其中心轴与水平线平行,打开第二控制阀门,调节背压阀,控制流体出口为某一压力值并保持不变,进行降压开采;每隔一段时间记录相关数据,待到可视化气液固分离器出现一定量的固体后或达到某一出砂量或开采结束;其中出气量、出水量和出砂量通过可视化气液固分离器获取,出砂量干燥后通过称量得出,出气量通过气体流量计测量;

(g) 取样分析:将温度传感器和/或电阻率传感器取下,用工具通过外接口、釜体接口进入反应腔内取出地层砂,然后通过激光粒度仪分析其粒度组成,进一步分析出砂过程中地层砂颗粒的运移规律;

(h) 筛管堵塞程度评价和堵塞特性分析:通过取样分析,得到出砂前后地层砂颗粒粒度分布特征变化;通过筛管挡砂介质单元压力、流量来计算渗透率,通过渗透率变化分析水合物开采过程中筛管堵塞程度和堵塞特性的变化;并分析粒度变化特征、出砂特征与筛管堵塞特性之间的关系。

天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及天然气水合物开采技术领域,具体地说是涉及疏松砂岩地层水合物开采过程中出砂对防砂筛管堵塞特性评价研究的实验装置及实验方法。

背景技术

[0002] 天然气水合物具有分布广泛、储量巨大、能量密度高和绿色清洁等特点,是潜力巨大的后续能源,也是重要的战略能源之一。在水合物开采过程中,水合物分解后地层力学性质改变,储层砂粒被地层流体携带进入井筒或到达地面,造成井壁失稳、堵塞筛管、开采减产和地层坍塌等一系列的问题。疏松砂岩地层胶结性差,在水合物开采过程中出砂严重,极易造成挡砂介质堵塞。

[0003] 如果流体携带的地层砂进入挡砂介质,侵入挡砂层内部的地层砂无法排出会造成挡砂层渗透率降低,造成挡砂介质堵塞或防砂筛管失效,进而严重影响开采井产能。近井地带挡砂介质堵塞会使渗透率降低,不利于流体顺利通过挡砂层,进而影响产能;若近井地带的砾石充填层充填不均匀或不密实,流体通过挡砂层时也会导致挡砂层防砂颗粒的蠕动运移或翻转,逐渐形成流动优势通道,导致防砂失效,生产井大量出砂;产出砂在井筒中沉积会造成井筒沉砂堵塞,妨碍流体通过流动通道,降低生产效率;出砂造成的电潜泵堵塞则会使泵效降低,在开采过程中不得不进行频繁的启停操作,严重影响开采作业;井筒堵塞与含砂混合液造成井底压降不足影响水合物的进一步分解,严重制约水合物的开采。

[0004] 为了准确了解水合物储层出砂的特性,减轻地层出砂对天然气水合物开采的影响,指导水合物开采的顺利进行,相关人员对天然气水合物开采出砂的问题进行了大量的研究,发明了能够对天然气水合物开采中出砂过程进行模拟的实验装置,研究了天然气水合物开采出砂问题的影响因素,提出了天然气水合物开采过程中防砂的相关技术方案。

[0005] 当前的水合物实验研究主要集中于水合物的开采装置设计及防砂方法的概念设计,对于开采过程中的出砂行为及出砂造成的防砂筛管堵塞问题研究较少。现有的大部分筛管堵塞实验装置主要是常温常压下设计的,不能满足水合物温压条件;水合物生成过程中水合物的生成区域不能控制,导致筛管模拟部分存在未分解的水合物,不符合实际情况,进而影响测试结果;没有对堵塞程度的定量分析,缺少对出砂过程前后筛管堵塞情况的对比研究;没有关注出砂前后近井地带地层颗粒的运移规律,缺少相应的挡砂介质渗透率变化的机理分析。

发明内容

[0006] 基于上述技术问题,本发明提供一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置及方法。

[0007] 本发明所采用的技术解决方案是:

[0008] 一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置,包括实验装置

本体、支撑座、供液系统、供气系统和流体导出采集系统；

[0009] 实验装置本体包括反应釜，反应釜的内部为反应腔，在反应腔内充填砾石，在反应釜的外部设置有恒温夹套，恒温夹套与内部反应釜之间形成换热腔室，在换热腔室内充注换热气体或液体；在反应釜的顶底两端设置有釜体接头，在釜体接头上安装压力传感器，在位于反应釜顶端的釜体接头处设置有防砂筛管模块；在反应釜的周壁上设置有若干个釜体接口，在恒温夹套的周壁上对应釜体接口的位置处设置有若干个外接口，外接口与釜体接口对应连接，在外接口上安装有电阻率传感器和温度传感器；在恒温夹套的顶底两端设置有端盖，端盖通过螺栓与恒温夹套固定连接，其中恒温夹套的底端端盖设置有流体入口，流体入口与内部反应釜之间通过连接管相连通，恒温夹套的顶端端盖设置有与内部反应釜连通的流体出口；

[0010] 实验装置本体纵向安装在支撑座上，并能够在支撑座上纵向转动；所述支撑座包括横向布置且呈对峙分布的两个支撑轴，该两个支撑轴对称安装在实验装置本体的中部两侧，支撑轴通过立管与底板相连接；

[0011] 所述供液系统包括水箱，水箱通过供液管道与流体入口主管道连接，流体入口主管道连接流体入口，在供液管道上设置有输送泵和第一控制阀门；

[0012] 所述供气系统包括气瓶，气瓶通过供气管道与流体入口主管道连接，在供气管道上设置有增压泵、压力计、气体过滤器、第一气体流量计和安全阀；

[0013] 所述流体导出采集系统包括可视化气液固分流器、集液装置和集气装置，流体出口通过流体排出管道与可视化气液固分流器连接，在流体排出管道上设置有第二控制阀门和背压阀，可视化气液固分流器通过液体输送管道与集液装置连接，可视化气液固分流器通过气体输送管道与集气装置连接，在气体输送管道上设置有第二气体流量计；

[0014] 所述压力传感器、温度传感器、电阻率传感器、第一气体流量计和第二气体流量计均与数据采集器相连接，数据采集器与计算机连接。

[0015] 优选的，所述釜体接口和外接口均设置8个，且对称分布在反应釜或恒温夹套的两侧。

[0016] 优选的，所述流体入口主管道还与抽真空管道连接，在抽真空管道上设置有真空泵。

[0017] 优选的，所述外接口中还安装有测压装置，测压装置与数据采集器连接。

[0018] 一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验方法，采用上述的实验装置，包括以下步骤：

[0019] (a) 清洗：用蒸馏水将反应釜、釜体接口、外接口、压力传感器、电阻率传感器、温度传感器、流体出口、流体入口和防砂筛管模块清洗干净，并进行干燥处理；

[0020] (b) 气密性监测：关闭并密封实验装置本体，温度常温，通过流体入口通入氮气，并用洗洁精或发泡剂沿缝检测气密性；

[0021] (c) 样品装填：打开恒温夹套的顶端端盖，取下防砂筛管模块和釜体接头，将砂样填入反应腔中压实，安装釜体接头和防砂筛管模块，盖上端盖，并固定密封好；

[0022] (d) 注水：用真空泵对反应釜进行抽真空，开启水箱和输送泵，打开第一控制阀门，通过流体入口向反应腔内注入蒸馏水或去离子水，并控制注水到固定水位；

[0023] (e) 水合物合成：打开气瓶，开启增压泵和安全阀，充分向反应腔内注入天然气，直

到气压稳定在某一压力,稳定一段时间后,降温到水合物生成所需温度,记录所需的数据;

[0024] (f) 开采出砂:将实验装置本体转动90度,使其中心轴与水平线平行,打开第二控制阀门,调节背压阀,控制流体出口为某一压力值并保持不变,进行降压开采;每隔一段时间记录相关数据,待到可视化气液固分离器出现一定量的固体后或达到某一出砂量或开采结束;其中出气量、出水量和出砂量通过可视化气液固分离器获取,出砂量干燥后通过称量得出,出气量通过气体流量计测量;

[0025] (g) 取样分析:将温度传感器和/或电阻率传感器取下,用工具通过外接口、釜体接口进入反应腔内取出地层砂,然后通过激光粒度仪分析其粒度组成,进一步分析出砂过程中地层砂颗粒的运移规律;

[0026] (h) 筛管堵塞程度评价和堵塞特性分析:通过取样分析,得到出砂前后地层砂颗粒粒度分布特征变化;通过筛管挡砂介质单元压力、流量来计算渗透率,通过渗透率变化分析水合物开采过程中筛管堵塞程度和堵塞特性的变化;并分析粒度变化特征、出砂特征与筛管堵塞特性之间的关系。

[0027] 本发明的有益技术效果是:

[0028] 1、能够分析出砂前后地层颗粒的变化特征,分析出砂过程中地层颗粒变化对筛管堵塞特性的影响。水合物分解出砂过程结束后,可以对模拟地层部分的模拟地层砂进行取样分析,通过对比出砂前后地层砂的粒度变化和分布变化,来推断出砂过程中地层特征的变化对筛管堵塞的影响。

[0029] 2、通过测试装置的精确排布,可以更加准确的监测出砂过程中各个参数的变化,从而准确的抓住其影响因素,探索不同因素影响下的出砂特性变化对筛管堵塞的影响。

[0030] 3、可以研究筛管的堵塞程度和堵塞特性。由于模拟筛管部分是自成一体的,在实验结束后可以从实验装置中取出,打开保护罩,探索环空内地层砂充填和颗粒架桥的堵塞特性。

[0031] 4、保证水合物能够只存在于地层砂的孔隙中。由于反应釜是可转动的,注入反应釜内的蒸馏水的水位也可进行控制,可以在水合物生成阶段,将反应釜竖直安放,防止水合物在模拟筛管部分生成,在分解之前可以转动不同的角度来模拟不同井斜角井眼条件下的筛管堵塞情况,减少了水合物分布与实际情况不符所带来的问题。

[0032] 5、可通过分析出砂粒度分布特征和筛管挡砂介质单元压力、流量和计算渗透率变化分析水合物开采过程中出砂对筛管堵塞特性的影响。

附图说明

[0033] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步说明:

[0034] 图1为本发明所述的天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置的结构原理示意图;

[0035] 图2为本发明所述的天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置的外部结构示意图。

[0036] 图中:11气瓶,12增压泵,13压力计,14气体过滤器,15流量计,16安全阀,21水箱,22输送泵,23放空阀,24第一控制阀门,25真空泵,3实验装置本体,31恒温夹套,32换热腔室,33外接口,34流体出口,35流体入口,36连接管,37端盖,38螺栓,39反应釜,310反应腔,

311釜体接口,312釜体接头,313压力传感器,314电阻率传感器,315温度传感器,4防砂筛管模块,5支撑座,51立管,52立管座,53底板,54螺栓组件,55支撑轴,56紧定螺钉,61数据采集器,62计算机,71阀门,72背压阀,73可视化气液固分离器,74集液装置,75第二气体流量计,76集气装置。

具体实施方式

[0037] 本发明提供了一种模拟天然气水合物开采过程中出砂的实验装置,能够通过物理实验的方法研究疏松砂岩地层天然气水合物开采过程中出砂的影响因素,对水合物开采过程中出砂前后地层特征的变化和筛管堵塞情况进行科学评价,为解决现场天然气水合物开采过程中的出砂问题提供参考依据。

[0038] 如图所示,一种天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验装置,包括实验装置本体3、支撑座5、供液系统、供气系统和流体导出采集系统。

[0039] 实验装置本体3包括反应釜39,反应釜39的内部为反应腔310,在反应腔310内充填砾石,在反应釜的外部设置有恒温夹套31,恒温夹套与内部反应釜之间形成换热腔室32,在换热腔室内充注换热气体或液体,可以起到保温的作用。在反应釜的顶底两端设置有用于密封的釜体接头312,在釜体接头上安装压力传感器313,在位于反应釜顶端的釜体接头处设置有防砂筛管模块4。在反应釜的周壁上设置有若干个釜体接口311,在恒温夹套的周壁上对应釜体接口的位置处设置有若干个外接口33,外接口33与釜体接口311对应连接,在外接口33上安装有电阻率传感器314和温度传感器315。在恒温夹套的顶底两端设置有端盖37,端盖37通过螺栓38与恒温夹套31固定连接,其中恒温夹套31的底端端盖设置有流体入口35,流体入口35与内部反应釜之间通过连接管36相连通,恒温夹套的顶端端盖设置有与内部反应釜连通的流体出口34。

[0040] 实验装置本体3纵向安装在支撑座5上,并能够在支撑座5上纵向转动。所述支撑座5包括横向布置且呈对峙分布的两个支撑轴55,该两个支撑轴55对称安装在实验装置本体3的中部两侧,支撑轴55通过立管51与底板53相连接。具体地:位于实验装置本体3两旁的两个立管51,其上端与支撑轴55相连接,通过紧定螺钉56固定,下端与底板53相连接,通过螺栓组件54固定;在立管51的上下两端设置有立管座52。底板53位于实验装置本体3的下方,与立管51相连接。

[0041] 所述供液系统包括水箱21,水箱21通过供液管道与流体入口主管道连接,流体入口主管道连接流体入口35,在供液管道上设置有输送泵22和第一控制阀门24。所述流体入口主管道还与抽真空管道连接,在抽真空管道上设置有真空泵25。所述流体入口主管道上还连接有放空管道,在放空管道上设置有放空阀23。

[0042] 所述供气系统包括气瓶11,气瓶11通过供气管道与流体入口主管道连接,在供气管道上设置有增压泵12、压力计13、气体过滤器14、第一气体流量计15和安全阀16。

[0043] 所述流体导出采集系统包括可视化气液固分流器73、集液装置74和集气装置76,流体出口34通过流体排出管道与可视化气液固分流器73连接,在流体排出管道上设置有第二控制阀门71和背压阀72,可视化气液固分流器73通过液体输送管道与集液装置74连接,可视化气液固分流器73通过气体输送管道与集气装置76连接,在气体输送管道上设置有第二气体流量计75。

[0044] 所述压力传感器、温度传感器、电阻率传感器、第一气体流量计和第二气体流量计等均与数据采集器61相连接,数据采集器61与计算机62连接。

[0045] 上述防砂筛管模块包括基管层、筛网、环空、保护层和固定部分等组成部分,结构同防砂筛管,尺寸略小。

[0046] 作为对本发明的进一步设计,所述釜体接口和外接口均设置8个,且对称分布在反应釜或恒温夹套的两侧。其中部分外接口用于安装电阻率传感器,部分外接口用于安装温度传感器。

[0047] 更进一步的,所述外接口中还安装有测压装置,测压装置与数据采集器连接。

[0048] 采用上述装置进行天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性的评价实验方法,包括以下步骤:

[0049] (a) 清洗:用蒸馏水将反应釜39、釜体接口311、外接口33、压力传感器313、电阻率传感器314、温度传感器315、流体出口34、流体入口35、防砂筛管模块4和连接的管线清洗干净,并进行干燥处理。

[0050] (b) 气密性监测:连接相应的排水排气管线,关闭并密封实验装置本体3,温度常温,通过流体入口35通入氮气,并用洗洁精/发泡剂沿缝检测气密性。

[0051] (c) 样品装填:打开实验装置本体3上的顶部端盖37,取下防砂筛管模块4和釜体接头312,将砂样填入反应腔310中压实,安装釜体接头312和防砂筛管模块4,盖上端盖,并固定密封好。

[0052] (d) 注水:连接好线路后,用真空泵25对反应釜39和线路进行抽真空。开启水箱21和输送泵22,打开第一控制阀门24,通过流体入口35向反应腔310内注入蒸馏水/去离子水,通过水位检测装置控制注水到固定水位。

[0053] (e) 水合物合成:供气系统与流体入口35相连接,打开气瓶11,开启增压泵12和安全阀16,充分向反应腔310内注入天然气,直到气压稳定在某一压力,如6MPa,稳定一段时间,降温到水合物生成所需温度,如4℃,记录所需的相关数据。

[0054] (f) 开采出砂:将实验装置本体3转动90度,使其中心轴与水平线平行。打开阀门71,调节背压阀72,控制流体出口34为某一压力值并保持不变,如2.5MPa(甲烷水合物在4℃时的相平衡压力为3.9MPa),进行降压开采。每隔一段时间(如5分钟)记录相关数据,待到可视化气液固分离器73出现一定量的固体后或达到某一出砂量或开采结束。其中出气量、出水量和出砂量可以通过可视化气液固分离器73获取,出砂量可以干燥后通过称量得出,出气量通过气体流量计测量。

[0055] (g) 取样分析:将温度传感器315和/或电阻率传感器314取下,用工具通过外接口33、釜体接口311进入反应腔310内取出地层砂,然后通过激光粒度仪分析其粒度组成,进一步分析出砂过程中地层砂颗粒的运移规律。

[0056] (h) 筛管堵塞程度评价和堵塞特性分析:通过取样分析,得到出砂前后地层砂颗粒粒度分布特征变化;通过筛管挡砂介质单元压力、流量来计算渗透率,通过渗透率变化分析水合特开采过程中筛管堵塞程度和堵塞特性的变化;进一步,分析粒度变化特征、出砂特征与筛管堵塞特性之间的关系。

[0057] 本发明中涉及的材料主要有气体(甲烷、二氧化碳、氮气和混合气体等)、水(蒸馏水或去离子水)和固体(砂样等)。

[0058] 在此过程中,可以记录的数据有:压力、孔隙压力、温度、电阻率、进气量、进水量、产气量、产水量和出砂量等。在水合物生成阶段,可以通过温度和压力计算天然气水合物的生成量。

[0059] 总体来说,上述天然气水合物开采过程中防砂筛管堵塞特性评价实验方法,包括以下主要步骤:

[0060] 1、水合物的生成:检查设备气密性,向反应腔中填入地层砂,封闭高压反应釜,连接好所有的管线和设备,向反应釜内注入适量的蒸馏水。通过注气系统向反应釜内注入天然气以生成天然气水合物,直到气压稳定在某一压力。再降温到所需水合物合成所需的温度,记录所需的相关数据。

[0061] 2、水合物的降压/升温开采:通过恒温装置保持温度不变,流体出口以设定的降压速率进行降压开采,每隔一定时间记录相关数据,直到可视化气液固分离器出现固体后或达到某一出砂量或开采结束;设定回压阀压力不变,设定恒温装置以恒定的速率升温进行升温开采,每隔一段时间记录相关数据,直到可视化气液固分离器出现固体后或达到某一出砂量或开采结束。

[0062] 3、筛管堵塞程度评价方法:根据筛管过滤精度的不同填充不同粒度组成的地层砂来实现不同类型的堵塞,通过对压力、温度和电阻率的变化来监测反应釜内的水合物的生成和分解情况。通过压力传感器和流体出口流量计得到压力和流量数据,进一步计算模拟筛管部分的渗透率,通过渗透率的变化情况来反映堵塞程度的变化情况。

[0063] 4、出砂特性与筛管堵塞之间的关系:取下温度传感器,用工具依次通过外接头、釜体接头进入反应腔内取出特定位置的地层砂,通过分析取出砂样的粒度组成,特别是近井地带的,分析开采过程中地层砂颗粒的运移规律,进而分析出砂特性与筛管堵塞之间的关系。取下筛管模拟部分,可以对滞留在环空中的地层砂进行分析,进一步探究该部分地层砂特点与筛管堵塞特性的关系;将环空中滞留的地层砂与通过气液固分离器得到的地层砂做对比,可进一步分析筛管堵塞对开采过程中出砂的影响;进一步,可分析天然气水合物开采过程中出砂特性和筛管堵塞之间的关系。

[0064] 上述方式中未述及的有关技术内容采取或借鉴已有技术即可实现。

[0065] 需要说明的是,在本说明书的教导下,本领域技术人员所做出的任何等同替代方式,或明显变型方式,均应在本发明的保护范围之内。

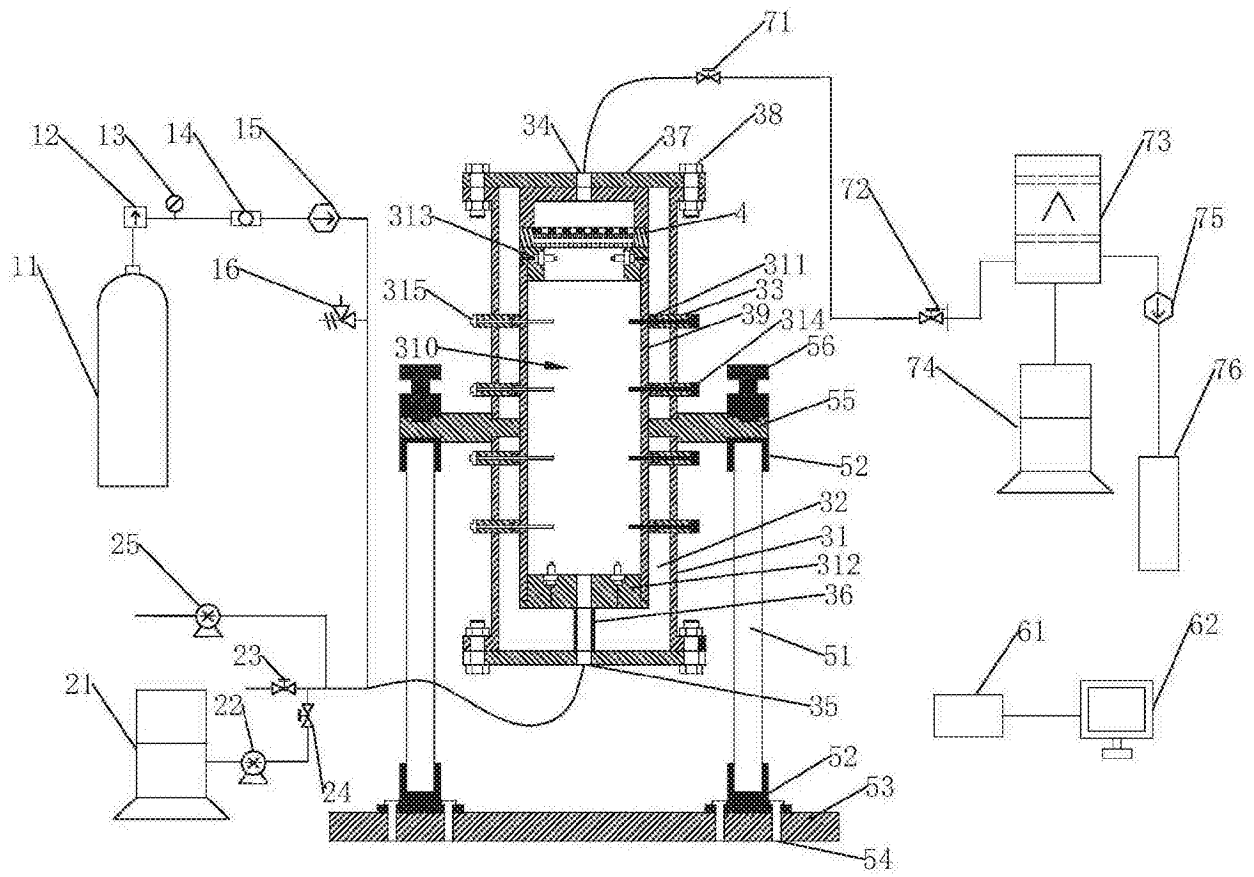


图1

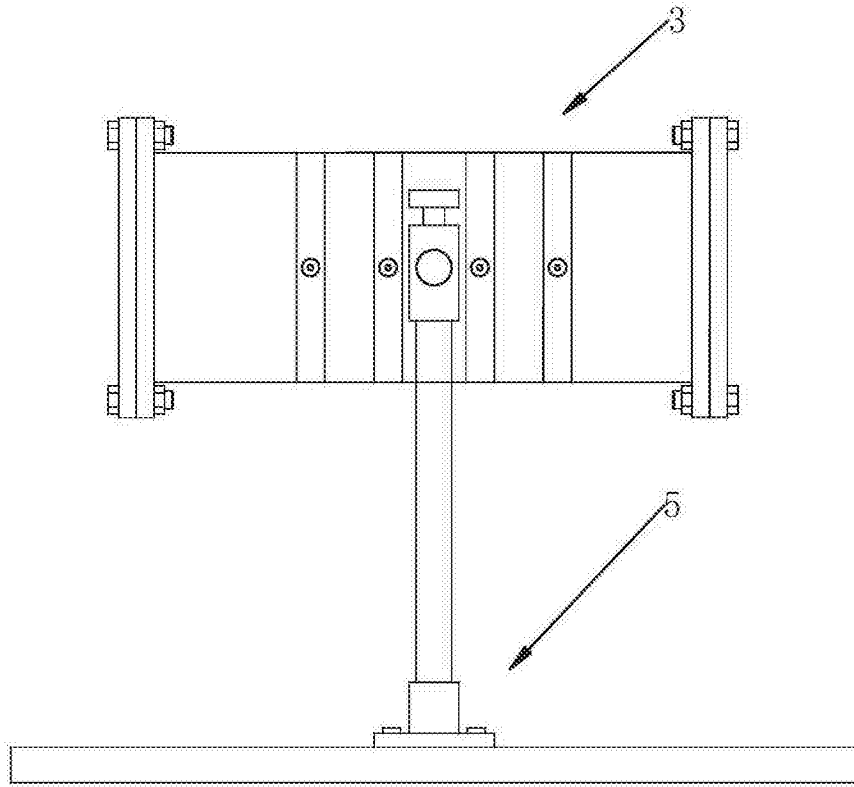


图2