



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104950074 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201510262557. 7

(22) 申请日 2015. 05. 21

(71) 申请人 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 张旭辉 鲁晓兵 王淑云 赵京
王爱兰 刘昌岭 刘乐乐

(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 胡剑辉

(51) Int. Cl.

G01N 33/00(2006. 01)

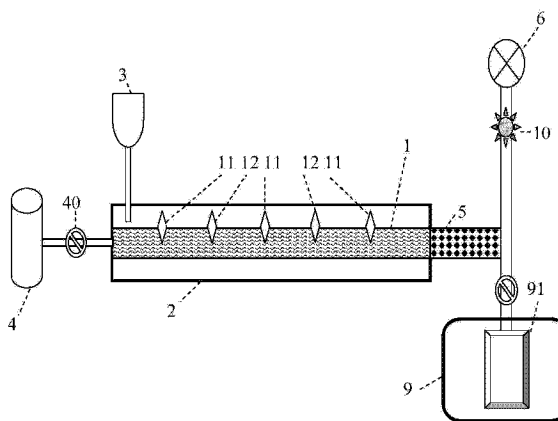
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法及实验装置

(57) 摘要

本发明提供一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法及实验装置,包括以下步骤:向样品管中填充实验材料,模拟水合物沉积层;将所述样品管放置在 8 ~ 30MPa、0 ~ 10℃的环境中;向所述样品管中充甲烷气体和水,以模拟水合物分解和开采;通过滤网模拟水合物分解渗流,所述样品管中的水砂气混合物经滤网后甲烷气体、水与部分砂混合物流出;甲烷气体向上流经流量计并获得体积,水砂混合物向下流经核磁共振测量模块并获得砂的体积。本发明可以实时测量水合物分解渗流过程中温度与压力、出砂量、出气量和出水量,为水合物开采出砂预测和防治措施制定提供科学依据和技术支持。



1. 一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤 1,向样品管中填充实验材料,模拟水合物沉积层;

步骤 2,将所述样品管放置在 $8 \sim 30\text{MPa}$ 、 $0 \sim 10^\circ\text{C}$ 的环境中,模拟水合物的制备和分解;

步骤 3,向所述样品管中充甲烷气体和水,以模拟水合物的开采;

步骤 4,通过滤网模拟水合物分解渗流,所述样品管中的水砂气混合物经滤网后甲烷气体、水与部分砂混合物流出;

步骤 5,甲烷气体向上流经流量计并获得体积,水砂混合物向下流经核磁共振测量模块并获得砂的体积。

2. 根据权利要求 1 所述的水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法,其特征在于,所述实验材料为不同颗粒级配的砂土或粘土。

3. 根据权利要求 2 所述的所述的水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法,其特征在于,采用注热、降压或两者联合的方式模拟水合物分解。

4. 根据权利要求 3 所述的所述的水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法,其特征在于,在模拟水合物分解的过程中,测量所述样品管长度方向的温度与压力变化数据。

5. 一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置,其特征在于,包括:

样品管,置于密闭容器内,用于容纳实验材料,模拟水合物沉积层,入口端连接供气供液模块,出口端连接滤网,周壁上设置有温度传感器和压力传感器;

所述密闭容器,密闭容器与所述样品管之间填充有加载介质,并且所述样品管与所述密闭容器之间密封;

围压加载模块,与密闭容器连接,并通过所述加载介质向所述密闭容器内部施加压力;

所述供气供液模块,用于向所述样品管内通入甲烷气体和水,以模拟水合物分解;

所述滤网,用于模拟水合物分解渗流导致的出砂;

流量计,用于测量甲烷气体的体积,安装在上支管上,所述上支管连接所述样品管的出口端;

核磁共振测量模块,用于测量经滤网流出的水砂混合物的总重量和其中水的体积,安装在下支管上,所述下支管连接所述样品管的出口端。

6. 根据权利要求 5 所述的水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置,其特征在于,所述供气供液模块包括:

压力釜,内部设置有将所述压力釜内部分成两个空腔的活塞,所述活塞能在外力作用下在所述压力釜内部移动;

其中一个空腔与所述样品管的入口端连接,内填充有甲烷气体和水,内部设置有用于使得气液充分混合的搅拌器;另一个空腔内填充有液压油,且与液压加载系统连通。

7. 根据权利要求 6 所述的水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置,其特征在于,所述样品管上沿长度方向设置有多多个小孔,所述小孔上安装有温度传感器或压力传感器。

8. 根据权利要求 5-7 任一所述的水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置,其特征在于,填充在所述密闭容器与所述样品管之间的加载介质为液压油或防冻液,所述围压加载模块为泵或液压加载系统。

9. 根据权利要求 8 所述的水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置,其特征在于,所述下支管与所述核磁共振测量模块之间还设置有用于缓冲压力冲击压力室。

水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法及实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及天然气水合物开采技术,尤其是一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法及实验装置。

背景技术

[0002] 天然气水合物是一种储量巨大、清洁的非常规能源资源,也是我国的战略能源之一。国际上,在水合物试开采过程中,水合物分解后出砂问题严重,引起试生产减产、停止和井筒不稳定性等灾害,同时这这也是一个含水合物相变、渗流、细颗粒运移、骨架变形的多场多相耦合问题,但还非常缺乏这方面的研究。因此,本发明提出一种水合物分解渗流导致出砂测量实验装置和实验方法。

发明内容

[0003] 本发明提供一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法及实验装置,用于克服现有技术中的缺陷,实时测量水合物分解渗流过程中温度、压力、出砂量、出气量和出水量,为水合物开采出砂预测和防治措施制定提供科学依据和技术支持。

[0004] 本发明提供一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法,包括以下步骤:

[0005] 步骤 1,向样品管中填充实验材料,模拟沉积层;

[0006] 步骤 2,将所述样品管放置在 $8 \sim 30\text{MPa}$ 、 $0 \sim 10^\circ\text{C}$ 的环境中,模拟水合物沉积层的制备;

[0007] 步骤 3,向所述样品管中充甲烷气体和水,同时使得水合物分解渗流,以模拟水合物的开采;

[0008] 步骤 4,通过滤网模拟井底开采段,所述样品管中的水砂气混合物经滤网后甲烷气体、水与部分砂混合物流出;

[0009] 步骤 5,甲烷气体向上流经流量计并获得体积,水砂混合物向下流经核磁共振测量模块并获得砂的体积。

[0010] 其中,所述实验材料为不同颗粒级配的砂土或粘土。

[0011] 优选地,采用注热、降压或两者联合的方式模拟水合物分解。

[0012] 优选地,在模拟水合物分解的过程中,测量所述样品管长度方向的温度与压力变化数据。

[0013] 本发明还提供一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置,包括:

[0014] 样品管,置于密闭容器内,用于容纳实验材料,模拟水合物沉积层,入口端连接供气供液模块,出口端连接滤网,周壁上设置有温度传感器和压力传感器;

[0015] 所述密闭容器,密闭容器与所述样品管之间填充有加载介质,并且所述样品管与所述密闭容器之间密封;

[0016] 围压加载模块,与密闭容器连接,并通过所述加载介质向所述密闭容器内部施加压力;

[0017] 所述供气供液模块,用于向所述样品管内通入甲烷气体和水,以模拟水合物沉积物制备;

[0018] 所述滤网,用于模拟水合物分解渗流导致的出砂;

[0019] 流量计,用于测量甲烷气体的体积,安装在上支管上,所述上支管连接所述样品管的出口端;

[0020] 核磁共振测量模块,用于测量经滤网流出的水砂混合物的总重量和其中水的体积,安装在下支管上,所述下支管连接所述样品管的出口端。

[0021] 优选地,所述供气供液模块包括:

[0022] 压力釜,内部设置有将所述压力釜内部分成两个空腔的活塞,所述活塞能在外力作用下在所述压力釜内部移动;

[0023] 其中一个空腔与所述样品管的入口端连接,内填充有甲烷气体和水,内部设置有用于使得气液充分混合的搅拌器;另一个空腔内填充有液压油,且与液压加载系统连通。

[0024] 优选地,所述样品管上沿长度方向设置有多多个小孔,所述小孔上安装有温度传感器或压力传感器。

[0025] 优选地,填充在所述密闭容器与所述样品管之间的加载介质为液压油或防冻液,所述围压加载模块为泵或液压加载系统。

[0026] 优选地,所述下支管与所述核磁共振测量模块之间还设置有用于缓冲压力冲击压力室。

[0027] 本发明提供的水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法及实验装置,可以实时测量水合物分解渗流过程中温度与压力、出砂量、出气量和出水量,为水合物开采出砂预测和防治措施制定提供科学依据和技术支持,本发明为水合物开采出砂提供新的实验系统和测试技术,在传热传质、细颗粒运移等工程与技术领域也具有潜在的应用价值。

附图说明

[0028] 图1为本发明实施例提供的水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置的整体结构示意图;

[0029] 图2为1为本发明实施例提供的水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置中供气供液模块的结构示意图。

具体实施方式

[0030] 参见图1、图2,本发明实施例提供一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验方法,包括以下步骤:

[0031] 步骤1,向样品管1中填充实验材料,制备模拟水合物沉积层;室温控制在 -20°C ~ 50°C ,样品管直径4cm,长度100cm;实验材料可采用不同颗粒级配的砂土或粘土。

[0032] 步骤2,将样品管1放置在 8MPa ~ 30MPa 、 0°C ~ 10°C (优选 2°C ~ 10°C)的环境中,模拟水合物的制备和分解;具体是将样品管1设置在一密闭容器2中,且彼此之间密封连接,样品管1与密闭容器2之间填充有加载介质,加载介质可以是液压油或防冻液,密闭容器2上连接有围压加载系统3,用于通过加载介质向样品管施加压力,样品管1通常选用橡胶等塑性较强的材质,易于产生变形,并将来自于加载介质的压力传递给其内部的水合

物沉积层,围压加载系统 3 可以是泵或液压加载系统。能通过加热或者降压或两者联合的方式使水合物分解渗流。

[0033] 步骤 3,向样品管 1 中充甲烷气体和水,以模拟水合物的开采;具体通过供气供液模块 4 向样品管 1 中的水合物沉积层冲入恒定压力的气液混合物,供气供液模块由液压加载系统、压力釜、活塞、搅拌器组成,由搅拌器使得气液充分混合,再可调压流体驱动压力釜中活塞,保证压力釜气液混合流体压力恒定,施加于水合物沉积层。

[0034] 步骤 4,通过滤网 5 模拟水合物分解渗流,样品管 1 中的水砂气混合物经滤网 5 后甲烷气体、水与部分砂混合物流出;滤网直径 4cm,厚度 1cm,滤网 5 可根据沉积层砂土颗粒级配布置不同数目和尺寸孔径(0.1mm ~ 2.0mm),允许部分颗粒砂土流出,流出的水砂气混合体在滤网端口分离,密度高的水砂向下流动,密度低的气体向上流动;

[0035] 步骤 5,甲烷气体向上经上支管 6 流经流量计 7 并获得体积,水砂混合物向下经下支管 8 流经核磁共振测量模块 9 并获得水的体积。

[0036] 间隔 15min 可取核磁共振测量模块 9 实时样品 1 份,在电子显微镜下测量砂颗粒直径及其分布。这些数据用于水合物分解渗流导致出砂的宏观分析。

[0037] 测量水合物分解后的水和砂土的体积,其中,水的体积由核磁共振测量模块 9 测量,水砂混合体积由水砂接收容器重量变化计算得到,水砂混合体积减去水的体积即为砂的体积;为了获得干燥的甲烷气体,可在上支管上安装一长 0.5m ~ 1m 的气体干燥系统 10,干燥的甲烷气体通过流量计 7 测量气体体积;由于经滤网 5 出来的水砂混合物压力较大,为缓冲压力冲击核磁共振测量模块 9,可在下支管上设置一压力室 91,压力室可由聚酯材料制成,避免核磁干扰。

[0038] 在模拟水合物分解的过程中,通过安装在样品管 1 上的温度传感器 11 及压力传感器 12 分别测量样品管 1 长度方向的温度与压力变化数据。

[0039] 本发明实施例还提供一种水合物分解渗流导致出砂测量的实验装置,参见图 1、图 2,包括:

[0040] 样品管 1,置于密闭容器 2 内,用于容纳实验材料,模拟水合物沉积层,入口端连接供气供液模块 4,出口端连接滤网 5,样品管 1 周壁上设置有温度传感器 11 和压力传感器 12;

[0041] 密闭容器 2,密闭容器 2 与样品管 1 之间填充有加载介质,并且样品管 1 与密闭容器 2 之间密封;

[0042] 围压加载模块 3,与密闭容器连接,并通过加载介质向密闭容器 2 内部施加压力;填充在密闭容器 2 与样品管 1 之间的加载介质为液压油或防冻液,围压加载模块 3 为泵或液压加载系统;

[0043] 供气供液模块 4,用于向样品管内通入甲烷气体和水,以模拟水合物分解;

[0044] 滤网 5,用于模拟水合物分解渗流导致的出砂;

[0045] 流量计 6,用于测量甲烷气体的体积,安装在上支管 7 上,上支管 7 连接样品管 1 的出口端;

[0046] 核磁共振测量模块 9,用于测量经滤网 5 流出的水砂混合物的总重量和其中水的体积,安装在下支管 8 上,下支管 8 连接样品管 1 的出口端。

[0047] 供气供液模块 4 包括:

[0048] 压力釜 41, 内部设置有将压力釜内部分成两个空腔的活塞 42, 活塞 42 能在外力作用下在压力釜内部移动;

[0049] 其中一个空腔与样品管的入口端连接, 内填充有甲烷气体和水, 内部设置有用于使得气液充分混合的搅拌器 43, 该空腔设置有用于加入甲烷气体的第一入口 41a、用于加入水的第二入口 41b 和用于喷出气液的出口 41c; 另一个空腔内填充有液压油, 且与液压加载系统 20 连通, 该空腔与液压加载系统内部连通。参见图 2。

[0050] 液压加载系统 20 用于向其中一个空腔内的液压油施加压力, 并推动活塞, 使得另一空腔内的气液混合物体恒定压力, 液压加载系统 20 内部的液压油压力可根据需要进行调节。可在供气供液模块 4 与样品管 1 之间设置阀门 40, 以便于实验操作和调节压力。参见图 1。

[0051] 样品管 1 上沿长度方向设置有多个小孔, 小孔上安装有温度传感器 11 或压力传感器 12。

[0052] 本发明可以实时测量水合物分解渗流过程中温度与压力、出砂量、出气量和出水量, 为水合物开采出砂预测和防治措施制定提供科学依据和技术支持。本发明为水合物开采出砂提供新的实验系统和测试技术, 在传热传质、细颗粒运移等工程与技术领域也具有潜在的应用价值。

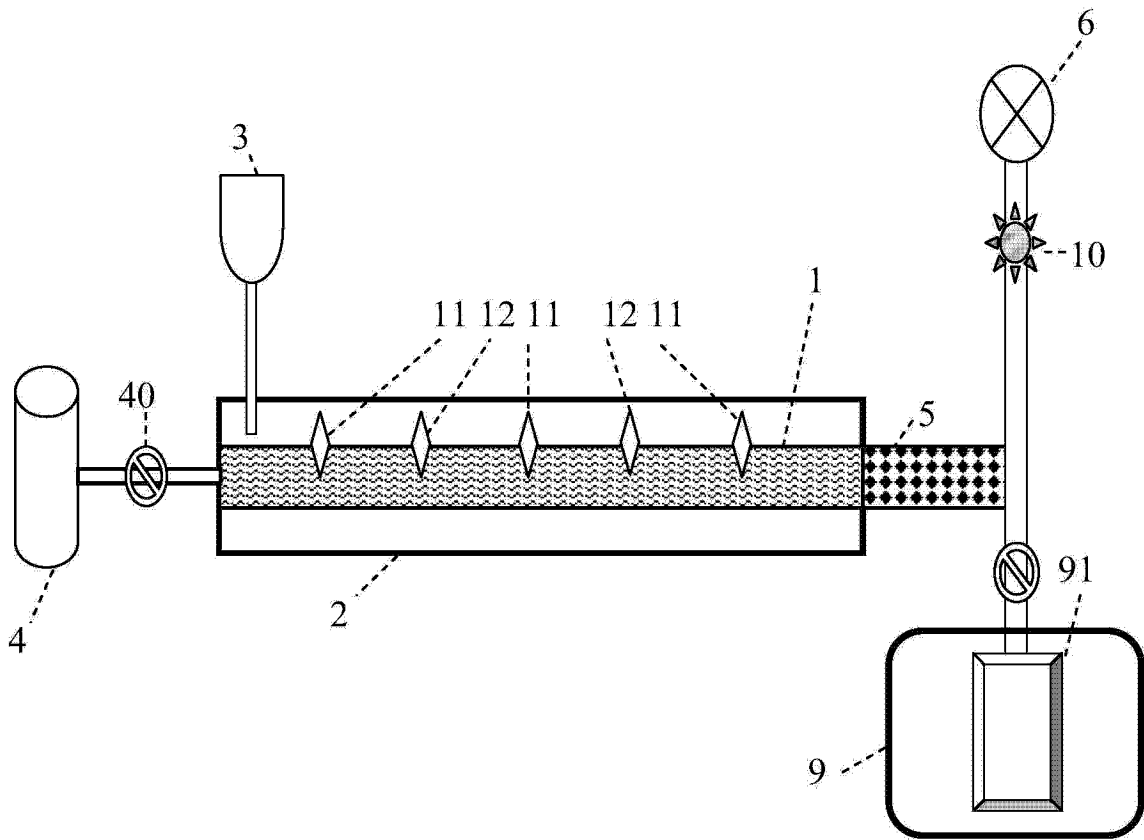


图 1

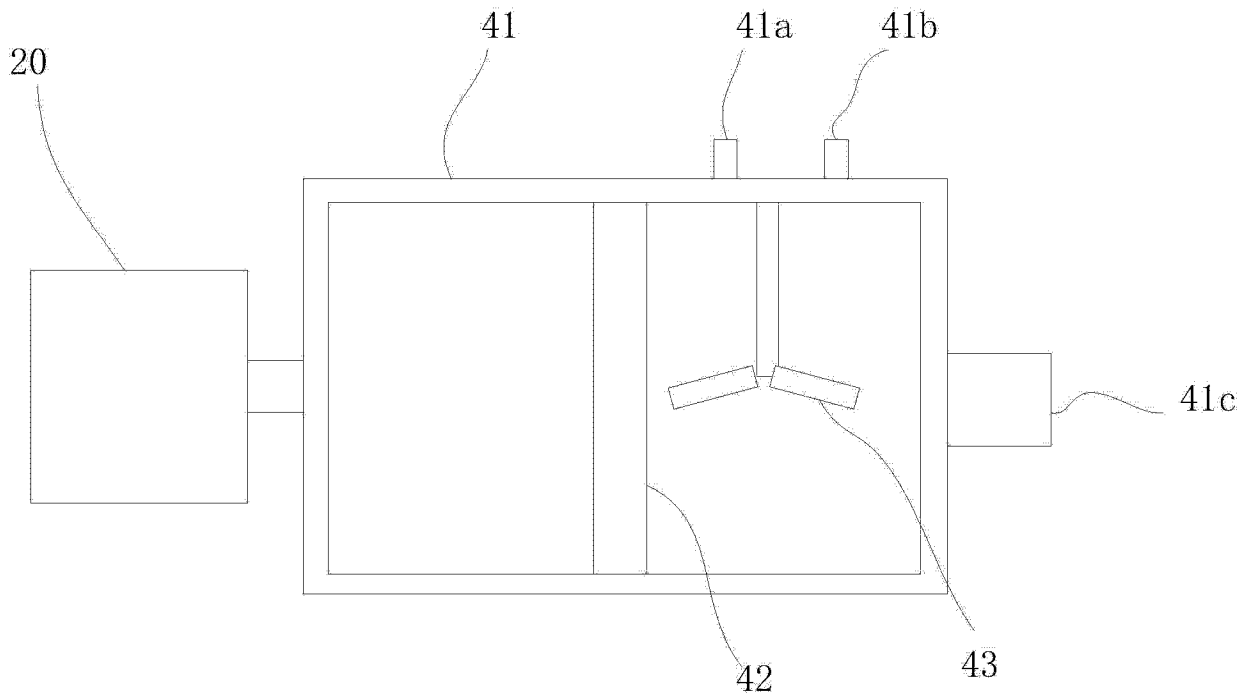


图 2