



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103185772 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201310013471. 1

(22) 申请日 2013. 01. 15

(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

(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 王艺

(51) Int. Cl.

G01N 33/00(2006. 01)

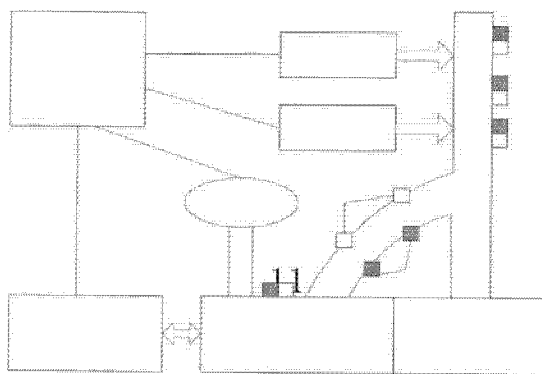
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

含水合物相变的固-液-气多相流动实验装置与测试方法

(57) 摘要

本发明公开一种含水合物相变的固-液-气多相流动实验装置与测试方法,包括水合物沉积物颗粒粉碎机、混合仓、回收仓、混合物提升管道、气液固多相竖直输送管道、水力注入系统、测试系统 and 控制处理系统。本发明可以实验模拟水合物沉积物固体颗粒和热水的混合物由管道向上输送的物理过程,又能够测试水合物相变规律、气/液/固流动特征、多组分分离参数等,为水合物开采提供科学依据和技术支持。本发明在水合物开采方面提供新的实验系统和测试技术,在传热传质、多相流动控制等工程与技术领域也具有潜在的应用价值。



1. 一种含水合物相变的固-液-气多相流动实验装置,其特征在于,包括:水合物沉积物颗粒粉碎机、混合仓、回收仓、混合物提升管道、气液固多相竖直输送管道、水力注入系统、测试系统和控制处理系统,其中,

所述水合物沉积物颗粒粉碎机与混合仓相连,用于将水合物沉积物粉碎成颗粒;

所述水力注入系统与混合仓相连,用于按照预定的压力或速度向所述混合仓注入热水;

所述混合仓与混合物提升管道相连,用于将水合物沉积物颗粒与热水的掺混;

所述混合物提升管道与气液固多相竖直输送管道相连,用于将水合物沉积物颗粒与水的混合物提升到管道中流动;

所述气液固多相竖直输送管道与回收仓相连,用于提升水、水合物、气的多相混合物,并使得沉积物向下部沉积;

所述回收仓用于回收气液固多相竖直输送管道流动中沉积下来的沉积物;

所述测试系统分别与气液固多相竖直输送管道、混合物提升管道和混合仓相连,用于测试管道内的粒子速度、温度场、温度、压力等数据,以及混合仓内温度和压力数据,并将得到的数据反馈至控制处理系统;

所述控制处理系统分别与水合物沉积物颗粒粉碎机、水力注入系统和测试系统相连,用于控制所述水合物沉积物颗粒粉碎机和水力注入系统,并接收和处理测试系统采集到的数据。

2. 如权利要求1所述的实验装置,其特征在于,

所述测试系统包括粒子成像测速(PIV)测试系统、高速红外测试系统、压力测试传感器和温度测试传感器,其中,

所述PIV测试系统与气液固多相竖直输送管道相连,用于测试气液固多相竖直输送管道中多相流动过程中微小颗粒的速度;

所述高速红外测试系统与气液固多相竖直输送管道相连,用于测试管道中各相与各个位置的温度分布;

所述压力测试传感器为多个,分别位于气液固多相竖直输送管道、混合物提升管道和混合仓,用于测试管道和混合仓内的压力演化数据;

所述温度测试传感器为多个,分别位于气液固多相竖直输送管道、混合物提升管道和混合仓,用于测试管道和混合仓内的温度演化数据。

3. 如权利要求1所述的实验装置,其特征在于,

所述水合物沉积物颗粒粉碎机将水合物沉积物切割粉碎成直径为0-15mm大小的颗粒。

4. 如权利要求1所述的实验装置,其特征在于,

所述混合仓可承受压力30MPa,温度-30-300℃。

5. 如权利要求1所述的实验装置,其特征在于,

所述混合物提升管道和气液固多相竖直输送管道的直径均为5-40cm。

6. 如权利要求1所述的实验装置,其特征在于,

所述压力测试传感器测量压力的范围为0-30MPa;

所述温度测试传感器测量温度的范围为-30-300℃。

7. 一种如权利要求 1 ~ 6 所述的实验装置的测试方法,包括:

用水合物沉积物颗粒粉碎机将水合物沉积物试样粉碎成预定大小的小颗粒,然后输送至混合仓内;

水力注入系统按照预定的压力或者速度注入热水,与水合物沉积物颗粒进行掺混搅拌,在其过程中温度测试传感器和压力测试传感器分别测试温度和压力的变化情况,反馈给控制处理系统;

混合仓内充满混合物后,提升混合物至混合物提升管道,并实时监测管道内温度压力分布数据;

混合物提升到一定高度,转入气液固多相竖直输送管道,在其中实现沉积物的分离且沉积到回收仓内以及气、水合物、水的输送提升,并采用 PIV 测试系统、高速红外测试系统、温度测试传感器和压力测试传感器分别实时监测流动速度、流场的温度场、定点的温度和压力分布,同时获得气体流动前缘、固体沉积物沉积前缘、水合物流动前缘的数据;

控制处理系统分析管道中含水合物相变的气-液-固多相流动过程的温度场、压力场、速度场的分布的基本数据,绘制相关图形和输出分析文件。

含水合物相变的固-液-气多相流动实验装置与测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及多相流动实验装置与测试方法,尤其涉及一种含水合物相变的固-液-气多相流动实验装置与测试方法。

背景技术

[0002] 天然气水合物是甲烷和水在高压和低温条件下形成的类冰固体化合物。水合物沉积物广泛分布于陆地冻土环境与海洋、湖泊等深水地层环境。我国在南海北部陆坡和祁连山冻土区分别取得了水合物沉积物样品,证实了我国水合物具有很大开采潜力的战略能源。

[0003] 目前,国际上提出的水合物开采方式有降压法、注热法、置换法、固体挖掘法、绞吸法等。固体挖掘法和绞吸法是水合物储量高但常规注热法或降压法开采难度大的水合物地层的有效开采方法。这两种方法均涉及将固体水合物沉积物通过管道输送到开采平台的环节,在这个流动过程中水合物会发生相变,同时气-液-固由于密度不同而逐渐分离。因此,这又是一个新型的包含相变、传热传质、多相流动的科学问题。国际上针对这种实验装置与测试方法尚未见报道。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术的水合物固体法开采固-液-气多相输送的要求,提出一种管道中含水合物相变的固-液-气多相流动实验装置与测试方法,以解决含相变的多相流动的实验模拟与测试的问题。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供一种含水合物相变的固-液-气多相流动实验装置,包括:水合物沉积物颗粒粉碎机、混合仓、回收仓、混合物提升管道、气液固多相竖直输送管道、水力注入系统、测试系统和控制处理系统,其中,

[0006] 所述水合物沉积物颗粒粉碎机与混合仓相连,用于将水合物沉积物粉碎成颗粒;

[0007] 所述水力注入系统与混合仓相连,用于按照预定的压力或速度向所述混合仓注入热水;

[0008] 所述混合仓与混合物提升管道相连,用于将水合物沉积物颗粒与热水的掺混;

[0009] 所述混合物提升管道与气液固多相竖直输送管道相连,用于将水合物沉积物颗粒与水的混合物提升到管道中流动;

[0010] 所述气液固多相竖直输送管道与回收仓相连,用于提升水、水合物、气的多相混合物,并使得沉积物向下部沉积;

[0011] 所述回收仓用于回收气液固多相竖直输送管道流动中沉积下来的沉积物;

[0012] 所述测试系统分别与气液固多相竖直输送管道、混合物提升管道和混合仓相连,用于测试管道内的粒子速度、温度场、温度、压力等数据,以及混合仓内温度和压力数据,并将得到的数据反馈至控制处理系统;

[0013] 所述控制处理系统分别与水合物沉积物颗粒粉碎机、水力注入系统和测试系统相

连,用于控制所述水合物沉积物颗粒粉碎机和水力注入系统,并接收和处理测试系统采集到的数据。

[0014] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0015] 所述测试系统包括粒子成像测速(PIV)测试系统、高速红外测试系统、压力测试传感器和温度测试传感器,其中,

[0016] 所述 PIV 测试系统与气液固多相竖直输送管道相连,用于测试气液固多相竖直输送管道中多相流动过程中微小颗粒的速度;

[0017] 所述高速红外测试系统与气液固多相竖直输送管道相连,用于测试管道中各相与各个位置的温度分布;

[0018] 所述压力测试传感器为多个,分别位于气液固多相竖直输送管道、混合物提升管道和混合仓,用于测试管道和混合仓内的压力演化数据;

[0019] 所述温度测试传感器为多个,分别位于气液固多相竖直输送管道、混合物提升管道和混合仓,用于测试管道和混合仓内的温度演化数据。

[0020] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0021] 所述水合物沉积物颗粒粉碎机将水合物沉积物切割粉碎成直径为 0-15mm 大小的颗粒。

[0022] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0023] 所述混合仓可承受压力 30MPa,温度 -30-300℃。

[0024] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0025] 所述混合物提升管道和气液固多相竖直输送管道的直径均为 5-40cm。

[0026] 优选地,上述实验装置还具有以下特点:

[0027] 所述压力测试传感器测量压力的范围为 0-30MPa;

[0028] 所述温度测试传感器测量温度的范围为 -30-300℃。

[0029] 为了解决上述问题,本发明还提供一种如上所述的实验装置的测试方法,包括:

[0030] 用水合物沉积物颗粒粉碎机将水合物沉积物试样粉碎成预定大小的小颗粒,然后输送至混合仓内;

[0031] 水力注入系统按照预定的压力或者速度注入热水,与水合物沉积物颗粒进行掺混搅拌,在其过程中温度测试传感器和压力测试传感器分别测试温度和压力的变化情况,反馈给控制处理系统;

[0032] 混合仓内充满混合物后,提升混合物至混合物提升管道,并实时监测管道内温度压力分布数据;

[0033] 混合物提升到一定高度,转入气液固多相竖直输送管道,在其中实现沉积物的分离且沉积到回收仓内以及气、水合物、水的输送提升,并采用 PIV 测试系统、高速红外测试系统、温度测试传感器和压力测试传感器分别实时监测流动速度、流场的温度场、定点的温度和压力分布,同时获得气体流动前缘、固体沉积物沉积前缘、水合物流动前缘的数据;

[0034] 控制处理系统分析管道中含水合物相变的气-液-固多相流动过程的温度场、压力场、速度场的分布的基本数据,绘制相关图形和输出分析文件。

[0035] 本发明提供一种管道中含水合物相变的气-液-固多相流动实验装置与测试方法,可以实验模拟水合物沉积物固体颗粒和热水的混合物由管道向上输送的物理过程,又

能够测试水合物相变规律、气 / 液 / 固流动特征、多组分分离参数等,为水合物开采提供科学依据和技术支持。本发明在水合物开采方面提供新的实验系统和测试技术,在传热传质、多相流动控制等工程与技术领域也具有潜在的应用价值。

附图说明

[0036] 图 1 是本发明实施例的管道中含水合物相变的气-液-固多相流动实验装置示意图。

具体实施方式

[0037] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0038] 如图 1 所示,本发明的管道中含水合物相变的气-液-固多相流动实验装置包括:水合物沉积物颗粒粉碎机 1、混合仓 2、回收仓 4、混合物提升管道 3、气液固多相竖直输送管道 5、水力注入系统 8、测试系统和控制处理系统 11,其中,

[0039] 水合物沉积物颗粒粉碎机 1 与混合仓 2 相连,可采用一般的冰粉碎机,用于将水合物沉积物粉碎成颗粒,颗粒直径为 0-15mm。

[0040] 水力注入系统 8 与混合仓 2 相连,用于按照预定的压力或速度(恒速或恒压)向所述混合仓注入热水。

[0041] 混合仓 2 与混合物提升管道 3 相连,可承受压力 30MPa,温度 -30-300℃,尺寸根据实验模拟尺度确定,用于将水合物沉积物颗粒与热水的掺混。

[0042] 混合物提升管道 3 与气液固多相竖直输送管道 5 相连,直径 5-40cm,用于将水合物沉积物颗粒与水的混合物提升到混合物提升管道 3 中流动。

[0043] 气液固多相竖直输送管道 5 与回收仓 4 相连,直径 5-40cm,用于提升水、水合物、气的多相混合物,并使得沉积物向下部沉积。

[0044] 回收仓 4 用于回收气液固多相竖直输送管道 5 流动中沉积下来的沉积物。

[0045] 测试系统分别与气液固多相竖直输送管道 5、混合物提升管道 3 和混合仓 2 相连,用于测试管道内的粒子速度、温度场、温度、压力等数据,以及混合仓内温度和压力数据,并将得到的数据反馈至控制处理系统 11。

[0046] 该测试系统包括 PIV (粒子成像测速) 测试系统 9、高速红外测试系统 10、压力测试传感器 6 和温度测试传感器 7,其中,

[0047] 所述 PIV 测试系统 9 与气液固多相竖直输送管道 5 相连,用于测试气液固多相竖直输送管道 5 中多相流动过程中微小颗粒的速度。

[0048] 所述高速红外测试系统 10 与气液固多相竖直输送管道 5 相连,用于测试气液固多相竖直输送管道 5 中各相与各个位置的温度分布。

[0049] 所述压力测试传感器 6 为多个,分别位于气液固多相竖直输送管道 5、混合物提升管道 3 和混合仓 2,用于测试管道和混合仓 3 内的压力演化数据。

[0050] 所述温度测试传感器 7 为多个,分别位于气液固多相竖直输送管道 5、混合物提升管道 3 和混合仓 2,用于测试管道和混合仓内的温度演化数据。

[0051] 控制处理系统 11 分别与水合物沉积物颗粒粉碎机 1、水力注入系统 8 和测试系统

相连,用于控制粉碎、水力注入与提升过程,并采集和处理温度、压力、红外、粒子速度等数据。

[0052] 测试方法如下:

[0053] (1)用水合物沉积物颗粒粉碎机 1 将室内合成的水合物沉积物试样粉碎成预定大小的小颗粒,然后输送至混合仓 2 内;

[0054] (2)水力注入系统按照预定的压力或者速度注入热水(100℃以内),与水合物沉积物颗粒按照一定比例进行掺混搅拌,在其过程中温度测试传感器 7 和压力测试传感器 6 分别测试温度和压力的变化情况,反馈给控制处理系统 11;

[0055] (3)混合仓 2 内充满混合物后,提升混合物至混合物提升管道 3,并实时监测管道内温度压力分布数据;

[0056] (4)混合物提升到一定高度,转入气液固多相竖直输送管道 5,在其中实现沉积物的分离且沉积到回收仓 4 内以及气、水合物、水的输送提升,并采用 PIV 测试系统 9、高速红外测试系统 10、温度测试传感器 7 和压力测试传感器 6 分别实时监测流动速度、流场的温度场、定点的温度和压力分布,同时获得气体流动前缘、固体沉积物沉积前缘、水合物流动前缘的数据;

[0057] (5)控制处理系统 11 分析管道中含水合物相变的气-液-固多相流动过程的温度场、压力场、速度场的分布的基本数据,绘制相关图形和输出分析文件。

[0058] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

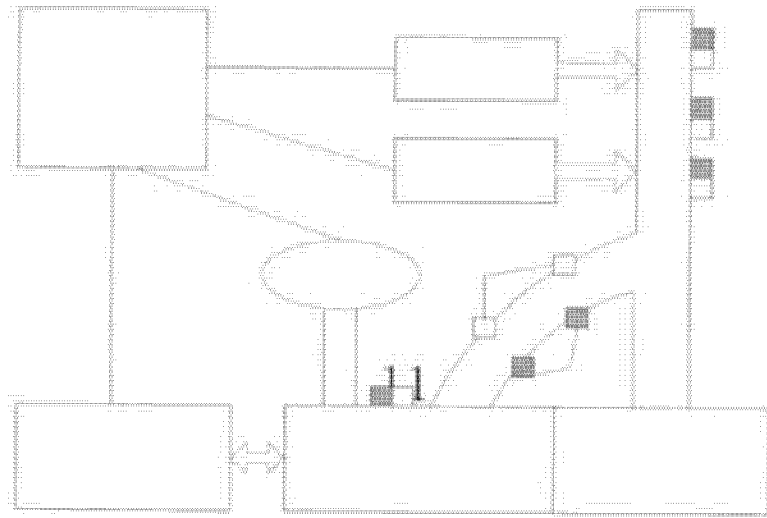


图 1