



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114166937 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 11

(21) 申请号 202111493243.X

(22) 申请日 2021.12.08

(71) 申请人 中国科学院广州能源研究所
地址 510640 广东省广州市天河区五山能源路2号

(72) 发明人 臧小亚 梁德青

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001
代理人 劳剑东 莫瑶江

(51) Int. Cl.

G01N 29/024 (2006.01)

G01N 27/04 (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01)

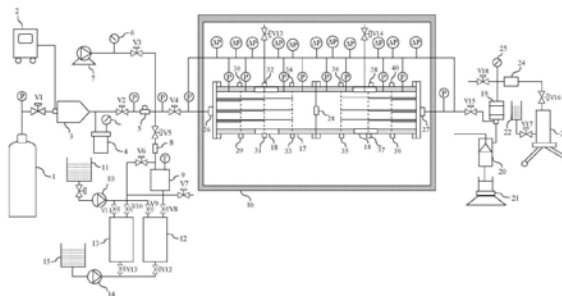
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统

(57) 摘要

本发明公开了一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,涉及水合物分析测试装置技术领域,其包括:开采模拟单元、气体注入单元、液体注入单元、温度控制单元、数据监测单元、回压控制单元、出口气液计量单元和计算机数据采集处理单元,其中,开采模拟单元包括反应釜和恒温空气浴箱,反应釜置于恒温空气浴箱内;气体注入单元用于在第一模式下向反应釜注入合成水合物所需要的气体,以及维持反应釜内压力稳定;液体注入单元用于在第二模式下向反应釜注入促进水合物分解所需要的液体;温度控制单元用于控制恒温空气浴箱内的温度;本发明可以进行多种开采方法条件下水合物的二次生成研究。



1. 一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,包括:
开采模拟单元,其包括反应釜和恒温空气浴箱,所述反应釜置于所述恒温空气浴箱内;
气体注入单元,其用于在第一模式下向所述反应釜注入合成水合物所需要的气体,以及维持反应釜内压力稳定;

液体注入单元,其用于在第二模式下向所述反应釜注入促进水合物分解所需要的液体;

温度控制单元,其用于控制所述恒温空气浴箱内的温度;

数据监测单元,其用于采集所述反应釜内实验过程的物理参数;

回压控制单元,其用于控制所述反应釜的出口压力;

出口气液计量单元,其用于对实验产生的气体和液体进行分离计量;以及,

计算机数据采集处理单元,其用于获取并处理实验过程的物理参数。

2. 根据权利要求1所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述反应釜由多段圆柱釜体拼接而成且所述反应釜的两端采用法兰封闭。

3. 根据权利要求2所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述反应釜置于可旋转的支架上且多段圆柱釜体可实现单独旋转。

4. 根据权利要求1所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述气体注入单元包括:气瓶、空压机、气体增压泵、缓冲容器、真空泵,其中,

所述真空泵用于对所述反应釜抽真空且所述真空泵与所述反应釜之间的管道上设有真空表;

所述气瓶内存储有气体,所述气瓶或/和所述空压机的的气体经过所述气体增压泵加压后达到额定的压力,将该气体通入所述缓冲容器和所述反应釜内。

5. 根据权利要求1所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述液体注入单元包括:液体加热罐、补液泵、溶液储罐、第一溶液缓冲罐、第二溶液缓冲罐、平流泵、蒸馏水储蓄罐,其中,

所述溶液储罐内存储有溶液,通过所述补液泵将所述溶液储罐内溶液通入所述第一溶液缓冲罐和所述第二溶液缓冲罐内,利用所述液体加热罐将溶液加热到预定的温度后通入所述反应釜;

所述蒸馏水储蓄罐存储有纯净水,通过所述平流泵将纯净水补充进所述第一溶液缓冲罐和所述第二溶液缓冲罐内;

所述液体加热罐和所述反应釜之间的管道上设有液体流量计。

6. 根据权利要求1所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述回压控制单元包括回压阀、手动控制回压泵、液体储存罐、回压容器和压力表,其中,

所述回压阀和所述手动控制回压泵连接在所述反应釜出口端,用于设定所述反应釜的出口压力;以及,

所述反应釜出口端还设有所述回压容器和所述压力表。

7. 根据权利要求1所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述出口气液计量单元包括气液分离装置和天平测量装置,其中,

所述气液分离装置连接在所述反应釜出口端,用于分离实验后的产物;

所述天平测量装置连接在所述气液分离装置的出口端,用于测量分离后的液体重量。

8. 根据权利要求1所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述数据监测单元包括声波探头、电阻率探头、温度传感器、压力传感器和差压传感器,其中,所述温度传感器以不同插深的位置设置在每段圆柱釜体的端盖处,同一插深的温度传感器沿圆柱釜体的径向呈圆环型分布,所述温度传感器插入所述反应釜的部分设有与所述反应釜的釜壁一体焊接的刚性保护套;所述电阻率探头沿所述反应釜的轴向均匀分布且沿反应釜的轴心对向设置;所述声波探头设置在每段圆柱釜体的端盖处,用于监测含水合物沉积物体系的声波传播速度变化。

9. 根据权利要求1所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其特征在于,所述反应釜的侧壁设有可视视窗。

10. 一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验方法,利用如权利要求1至9任一所述的实验系统进行,包括:第一模式和第二模式,其中,

所述第一模式包括:

利用真空泵对反应釜抽真空;

气瓶或/和空压机的气体经过气体增压泵加压后达到额定的压力,将该气体通入缓冲容器和反应釜内;

待反应釜内的水合物完全反应后,利用回压阀和手动控制回压泵设定反应釜出口压力;

采用降压法促使水合物分解,水合物分解过程中可以通过可视视窗观察反应釜内沉积物情况;

通过压力传感器、温度传感器监测反应釜内不同分解区域的压力和温度变化情况;

实验过程的物理参数利用出口气液计量单元进行处理分析;

反应釜的径向和轴向分别布置的电阻率探头及声波探头,电阻率探头及声波探头分别对沉积物体系的声速及电阻进行监测,以实时分析沉积物体系内水合物的分解,结合温度、压力及声速、电阻数值,综合判断水合物是否二次生成以及二次生成的位置;

反应釜内的水合物反应结束后,将反应产物通入气液分离装置中,分离后的液体利用天平测量装置称重,气体排空或利用气袋收集;

所述第二模式包括:

水合物生成后,将溶液储罐中的溶液通入第一溶液缓冲罐、第二溶液缓冲罐;

利用液体加热罐将溶液加热到预定的温度;

将加热后的溶液注入反应釜中,注入液体的流量通过液体流量计计量;

水合物分解过程中重复上述步骤。

一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统

技术领域

[0001] 本发明涉及水合物分析测试装置技术领域,具体涉及一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统。

背景技术

[0002] 随着世界经济的高速发展,整个社会对能源的需求量逐年上升。由于常规的油气资源的不可再生性,全球经济可持续发展面临着严峻的挑战。目前,天然气水合物作为一种清洁能源,广泛分布于深海海底及陆地永久冻土带中,在我国南海也探明了大量水合物气藏,这些天然气水合物中所蕴藏的巨大的甲烷存储量可以大大缓解我国即将面临的能源危机,是未来理想的清洁能源。因此,2017年11月,天然气水合物正式被我国列为第173个新矿种。

[0003] 继加拿大、美国和日本之后,我国于2017年和2020年初对南海北部神狐海域天然气水合物连续两次的试采成功,实现了水合物的“探索性试采”到“试验性试采”的重大跨越,迈出天然气水合物产业化进程中极其关键的一步。但是,在两次试采实践中,均发现产能随着时间波动很大。从防砂角度和降压工艺角度寻找原因,实验模拟研究发现沉积物和防砂筛管中水合物二次生成堵塞是产能波动的首要原因。由此可见,沉积物中水合物二次生成在水合物开采过程中不仅是客观存在的,而且对试采工程及其地质灾害的发生发展都有非常重要的作用。

[0004] 在水合物分解开采时,一旦发生水合物二次生成现象,水合物颗粒的生长和团聚可能会降低水合物储层渗透率,破坏水合物分解后液体和气体的运移通道,影响流体流动,甚至会导致局部或者整体堵塞,严重影响水合物开采的安全性及持续性。

发明内容

[0005] 针对现有技术中的不足,本发明提供一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其可以在天然气水合物开采过程中有效研究并监测水合物二次生成现象及过程,可以进行多种开采方法条件下水合物的二次生成研究,为水合物开采过程中二次生成的预测及避免提供理论支撑和基础数据,为天然气水合物的安全开采及利用提供一种新的解决思路。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其包括:

[0007] 开采模拟单元,其包括反应釜和恒温空气浴箱,所述反应釜置于所述恒温空气浴箱内;

[0008] 气体注入单元,其用于在第一模式下向所述反应釜注入合成水合物所需要的气体,以及维持反应釜内压力稳定;

[0009] 液体注入单元,其用于在第二模式下向所述反应釜注入促进水合物分解所需要的液体;

- [0010] 温度控制单元,其用于控制所述恒温空气浴箱内的温度;
- [0011] 数据监测单元,其用于采集所述反应釜内实验过程的物理参数;
- [0012] 回压控制单元,其用于控制所述反应釜的出口压力;
- [0013] 出口气液计量单元,其用于对实验产生的气体和液体进行分离计量;以及,
- [0014] 计算机数据采集处理单元,其用于获取并处理实验过程的物理参数。
- [0015] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,进一步地,所述反应釜由多段圆柱釜体拼接而成且所述反应釜的两端采用法兰封闭。
- [0016] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,进一步地,所述反应釜置于可旋转的支架上且多段圆柱釜体可实现单独旋转。
- [0017] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,进一步地,所述气体注入单元包括:气瓶、空压机、气体增压泵、缓冲容器、真空泵,其中,
- [0018] 所述真空泵用于对所述反应釜抽真空且所述真空泵与所述反应釜之间的管道上设有真空表;
- [0019] 所述气瓶内存储有气体,所述气瓶或/和所述空压机的的气体经过所述气体增压泵加压后达到额定的压力,将该气体通入所述缓冲容器和所述反应釜内。
- [0020] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,进一步地,所述液体注入单元包括:液体加热罐、补液泵、溶液储罐、第一溶液缓冲罐、第二溶液缓冲罐、平流泵、蒸馏水储蓄罐,其中,
- [0021] 所述溶液储罐内存储有溶液,通过所述补液泵将所述溶液储罐内溶液通入所述第一溶液缓冲罐和所述第二溶液缓冲罐内,利用所述液体加热罐将溶液加热到预定的温度后通入所述反应釜;
- [0022] 所述蒸馏水储蓄罐存储有纯净水,通过所述平流泵将纯净水补充进所述第一溶液缓冲罐和所述第二溶液缓冲罐内;
- [0023] 所述液体加热罐和所述反应釜之间的管道上设有液体流量计。
- [0024] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,进一步地,所述回压控制单元包括回压阀、手动控制回压泵、液体储存罐、回压容器和压力表,其中,
- [0025] 所述回压阀和所述手动控制回压泵连接在所述反应釜出口端,用于设定所述反应釜的出口压力;以及,
- [0026] 所述反应釜出口端还设有所述回压容器和所述压力表。
- [0027] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,进一步地,所述出口气液计量单元包括气液分离装置和天平测量装置,其中,
- [0028] 所述气液分离装置连接在所述反应釜出口端,用于分离实验后的产物;
- [0029] 所述天平测量装置连接在所述气液分离装置的出口端,用于测量分离后的液体重量。
- [0030] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,进一步地,所述数据监测单元包括声波探头、电阻率探头、温度传感器、压力传感器和差压传感器,其中,所述温度传感器以不同插深的位置设置在每段圆柱釜体的端盖处,同一插深的温度传感器沿圆柱釜体的径向呈圆环型分布,所述温度传感器插入所述反应釜的部分设有与所述反应釜的釜壁一体焊接的刚性保护套;所述电阻率探头沿所述反应釜的轴向均匀分布且沿反应釜的轴心

对向设置；所述声波探头设置在每段圆柱釜体的端盖处，用于监测含水合物沉积物体系的声波传播速度变化。

[0031] 如上所述的沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统，进一步地，所述反应釜的侧壁设有可视视窗。

[0032] 一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验方法，利用如上所述的实验系统进行，包括：第一模式和第二模式，其中，

[0033] 所述第一模式包括：

[0034] 利用真空泵对反应釜抽真空；

[0035] 气瓶或/和空压机的气体经过气体增压泵加压后达到额定的压力，将该气体通入缓冲容器和反应釜内；

[0036] 待反应釜内的水合物完全反应后，利用回压阀和手动控制回压泵设定反应釜出口压力；

[0037] 采用降压法促使水合物分解，水合物分解过程中可以通过可视视窗观察反应釜内沉积物情况；

[0038] 通过压力传感器、温度传感器监测反应釜内不同分解区域的压力和温度变化情况；

[0039] 实验过程的物理参数利用出口气液计量单元进行处理分析；

[0040] 反应釜的径向和轴向分别布置的电阻率探头及声波探头，电阻率探头及声波探头分别对沉积物体系的声速及电阻进行监测，以实时分析沉积物体系内水合物的分解，结合温度、压力及声速、电阻数值，综合判断水合物是否二次生成以及二次生成的位置；

[0041] 反应釜内的水合物反应结束后，将反应产物通入气液分离装置中，分离后的液体利用天平测量装置称重，气体排空或利用气袋收集；

[0042] 所述第二模式包括：

[0043] 水合物生成后，将溶液储罐中的溶液通入第一溶液缓冲罐、第二溶液缓冲罐；

[0044] 利用液体加热罐将溶液加热到预定的温度；

[0045] 将加热后的溶液注入反应釜中，注入液体的流量通过液体流量计计量；

[0046] 水合物分解过程中重复上述步骤。

[0047] 本发明与现有技术相比，其有益效果在于：

[0048] 1. 为了满足不同实验情况的需要，水合物二次生成研究核心反应装置为分段式圆柱形反应釜，反应釜两端采用统一规格的法兰连接，法兰可自由拆卸，选择整体反应釜的长度。反应釜体采用分段式设计，每段反应釜均有独立的旋转轴，可以分别连接到电动旋转轴上。每段反应釜均可单独进行实验并独立控制，灵活的进行不同长度下的研究及测试。

[0049] 2. 反应釜两端采用法兰和螺栓密封，反应釜上端法兰盖上布置有温度传感器接口，压力传感器接口，差压传感器接口，电极接口，反应釜筒体上开有长条形可视窗，采样口，超声波探头，光纤内窥镜接口。

[0050] 3. 每段反应釜体在上下端盖分别布置有不同插深的温度传感器，同一插深的温度传感器沿反应釜径向呈圆环型布置，传感器插入反应釜体部分设有与反应釜壁焊接一体的刚性保护套。

[0051] 4. 每段反应釜设有多对电极探头，探头沿反应釜轴向均匀分布，沿釜体壁面对向

设置。

[0052] 5. 每段反应釜上下端盖设置有声波监测探头, 监测含水合物沉积物体系的声波传播速度变化。

[0053] 6. 每段反应釜釜体壁面均开有相对的两个视窗, 可以直接进行肉眼观测, 同时可以通过内窥镜观测含水合物沉积物体系的反应情况。

[0054] 7. 水合物反应釜筒体外设计有水夹套, 根据实验条件可分别采用不同的溶液为冷却介质, 整体反应釜内置于恒温箱内。

[0055] 8. 水合物反应釜体固定在一个可以电动旋转的支架上, 反应釜体可以通过旋转轴正反向旋转或者固定于任何角度(模型与外围管道用金属软管连接), 反应釜的装卸通过液压铲车推进恒温箱内。

[0056] 9. 反应釜整体放置于恒温空气浴中, 空气浴采用程序控温, 提供一个稳定的冷环境。

附图说明

[0057] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案, 下面将对实施例中所需要使用的附图进行简单的介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0058] 图1为发明实施例中沉积物水合物分解及二次生成的实验系统的结构示意图。

[0059] 其中: 1、气瓶; 2、空压机; 3、气体增压泵; 4、缓冲容器; 5、减压阀; 6、真空表; 7、真空泵; 8、液体流量计; 9、液体加热罐; 10、补液泵; 11、溶液储罐; 12、第一溶液缓冲罐; 13、第二溶液缓冲罐; 14、平流泵; 15、蒸馏水储蓄罐; 16、恒温空气浴箱; 17、反应釜; 18、可视视窗; 19、回压阀; 20、气液分离装置; 21、天平测量装置; 22、液体储存罐; 23、手动控制回压泵; 24、回压容器; 25、压力表; 26-28、声波探头; 29-40、电阻率探头; V1-18: 阀门。

具体实施方式

[0060] 下面将结合本发明实施例中的附图, 对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述, 显然, 所描述的实施例仅是本申请一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例, 本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例, 都属于本申请保护的范围。

[0061] 实施例:

[0062] 需要说明的是, 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象, 而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换, 以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外, 本发明实施例的术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形, 意图在于覆盖不排他的包含, 例如, 包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元, 而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0063] 需要理解的是, 术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、

“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0064] 在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个、三个等,除非另有明确具体的限定。此外,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0065] 参见图1,图1为发明实施例中沉积物水合物分解及二次生成的实验系统的结构示意图。图中,声波探头26-28、电阻率探头29-40.和阀门V1-18。

[0066] 本发明提供一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其可以在天然气水合物开采过程中有效研究并监测水合物二次生成现象及过程,可以进行多种开采方法条件下水合物的二次生成研究,为水合物开采过程中二次生成的预测及避免提供理论支撑和基础数据,为天然气水合物的安全开采及利用提供一种新的解决思路。

[0067] 一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验系统,其包括:开采模拟单元、气体注入单元、液体注入单元、温度控制单元、数据监测单元、回压控制单元、出口气液计量单元和计算机数据采集处理单元,其中,开采模拟单元包括反应釜和恒温空气浴箱,反应釜置于恒温空气浴箱内;气体注入单元用于在第一模式下向反应釜注入合成水合物所需要的气体,以及维持反应釜内压力稳定;液体注入单元用于在第二模式下向反应釜注入促进水合物分解所需要的液体;温度控制单元用于控制恒温空气浴箱内的温度;数据监测单元用于采集反应釜内实验过程的物理参数;回压控制单元用于控制反应釜的出口压力;出口气液计量单元用于对实验产生的气体和液体进行分离计量;以及,计算机数据采集处理单元用于获取并处理实验过程的物理参数。

[0068] 本实施例中,各单元采用模块化设计思路,各单元之间互相独立,通过接口交换数据,便于操作和维护。反应釜置于恒温空气浴箱,空气浴采用程序控温,提供一个稳定的冷环境,同时,反应釜带有水套套,同时利用可独立运行的水夹套进行温度控制,根据实验条件可分别采用不同的溶液为冷却介质。本实验系统还可以改变压力、降低温度,模拟海底天然气水合物储层的真实环境。并且具有可以模拟热激励开采、降压开采、注抑制剂开采、二氧化碳驱替置换开采海底水合物等多项功能。另外,由气体注入单元向反应釜内注入气体,来补充气体或者维持系统压力;液体注入单元向反应釜内注入液体,包括水和各种溶液,可以进行精确定量地注入,并具有加热溶液的功能,在进行水合物开采尤其是注热开采和注化学剂开采实验时起到关键的作用。在进行水合物开采实验时,利用回压控制单元进行反应釜出口压力的控制,压力的控制在降压、注热等开采实验中非常关键。开采实验产生的气体和液体通过出口气液计量单元进行分离,然后分别计量。

[0069] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,反应釜由多段圆柱釜体拼接而成且反应釜的两端采用法兰封闭,上述实施例中,反应釜置于可旋转的支架上且多段圆柱釜体可实现单独旋转。本实施例中,为了满足不同实验情况的需要,反应釜为分段式圆柱形反应釜,反应釜两端采用统一规格的法兰连接,法兰可自由拆卸,选择整体反应釜的长度。反应

釜体采用分段式设计,反应釜固定在一个可以电动旋转的支架上,反应釜可以通过旋转轴正反向旋转或者固定于任何角度(反应釜与外围管道用金属软管连接),反应釜的装卸通过液压铲车推进恒温空气浴箱内,每段反应釜均有独立的旋转轴,可以分别连接到电动旋转轴上。每段反应釜均可单独进行实验并独立控制,灵活的进行不同长度下的研究及测试。

[0070] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,气体注入单元包括:气瓶、空压机、气体增压泵、缓冲容器、真空泵,其中,真空泵用于对反应釜抽真空且真空泵与反应釜之间的管道上设有真空表;气瓶内存储有气体,气瓶或/和空压机的气体经过气体增压泵加压后达到额定的压力,将该气体通入缓冲容器和反应釜内。

[0071] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,液体注入单元包括:液体加热罐、补液泵、溶液储罐、第一溶液缓冲罐、第二溶液缓冲罐、平流泵、蒸馏水储蓄罐,其中,溶液储罐内存储有溶液,通过补液泵将溶液储罐内溶液通入第一溶液缓冲罐和第二溶液缓冲罐内,利用液体加热罐将溶液加热到预定的温度后通入反应釜;

[0072] 蒸馏水储蓄罐存储有纯净水,通过平流泵将纯净水补充进第一溶液缓冲罐和第二溶液缓冲罐内;液体加热罐和反应釜之间的管道上设有液体流量计。

[0073] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,回压控制单元包括回压阀、手动控制回压泵、液体储存罐、回压容器和压力表,其中,回压阀和手动控制回压泵连接在反应釜出口端,用于设定反应釜的出口压力;以及反应釜出口端还设有回压容器和压力表。

[0074] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,出口气液计量单元包括气液分离装置和天平测量装置,其中,气液分离装置连接在反应釜出口端,用于分离实验后的产物;天平测量装置连接在气液分离装置的出口端,用于测量分离后的液体重量。

[0075] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,数据监测单元包括声波探头、电阻率探头、温度传感器、压力传感器和差压传感器。本实施例中,反应釜外周或法兰盖上布置有温度传感器接口,压力传感器接口,差压传感器接口,电极接口,采样口,超声波探头,光纤内窥镜接口。不同插深的温度传感器,同一插深的温度传感器沿反应釜径向呈圆环型布置,传感器插入反应釜体部分设有与反应釜壁焊接一体的刚性保护套。每段反应釜设有多个电极探头,探头沿反应釜轴向均匀分布,沿釜体壁面对向设置。每段反应釜上下端盖设置有声波监测探头,监测含水合物沉积物体系的声波传播速度变化。

[0076] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,反应釜的侧壁设有可视视窗。本实施例中,每段反应釜釜体壁面均开有相对的两个视窗,可以直接进行肉眼观测,同时可以通过内窥镜观测含水合物沉积物体系的反应情况。

[0077] 一种沉积物中水合物分解及二次生成的实验方法,利用如上的实验系统进行,包括:第一模式和第二模式,其中,第一模式包括:首先,打开阀门V3,利用真空泵7对整个反应系统抽真空,通过气瓶1及空压机2将气体经过气体增压泵3后达到额定的压力,将高压气体通入缓冲容器4和富含水和沉积物的反应釜17内,待水合物完全反应后,利用回压阀19及手动控制回压泵23设定反应釜出口压力,采用降压法促使水合物分解,水合物分解过程中可以通过可视视窗18观察反应釜内沉积物情况,通过压力传感器、温度传感器监测反应釜内不同分解区域的压力和温度变化情况,监测数值利用外部计算机进行处理分析。同时,反应釜径向和轴向分别布置的电阻及声波探头对沉积物体系的声速及电阻进行监测,实时分析沉积物体系内水合物的分解,结合温度压力及声波电阻数值,判断水合物是否二次生成以

及二次生成的位置。反应结束后,将反应产物通入气液分离装置20中,分离后的液体利用天平测量装置21称重,气体排空或利用气袋收集。

[0078] 第二模式包括:当采用注液模式开采水合物时,启用液体注入单元。水合物生成后,打开阀门V11,将溶液储罐11中的溶液通入第一溶液缓冲罐12和第二溶液缓冲罐13中,然后利用液体加热罐9将溶液加热到预定的温度,然后打开阀门V5和阀门V4将加热后的溶液注入反应釜中,注入液体的流量通过液体流量计8计量。伴随着水合物的分解,重复上面步骤。

[0079] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0080] 上述实施例只是为了说明本发明的技术构思及特点,其目的是在于让本领域内的普通技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡是根据本发明内容的实质所做出的等效的变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

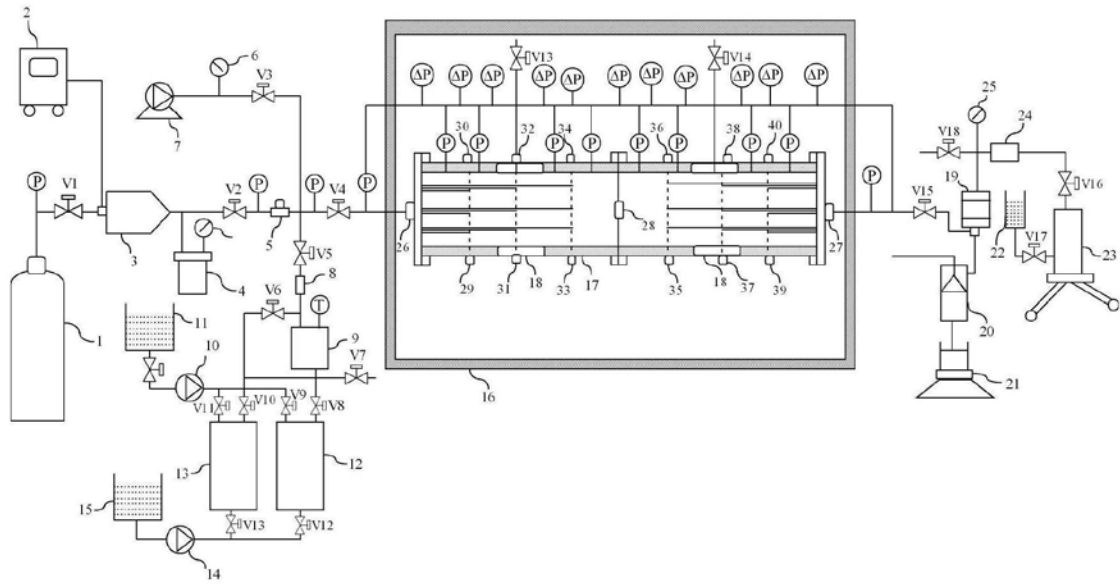


图1