



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109594982 A

(43)申请公布日 2019.04.09

(21)申请号 201811557834.7

(22)申请日 2018.12.19

(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 卢静生 李栋梁 梁德青 何勇

(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 莫瑶江 朱聪聪

(51)Int.Cl.

E21B 49/00(2006.01)

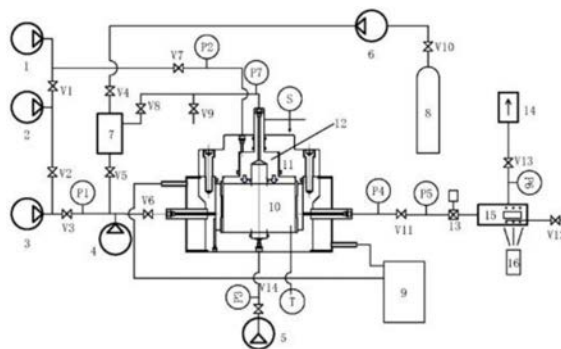
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种含水合物储层损害的评价装置及评价方法

(57)摘要

本发明公开了一种含水合物储层损害的评价装置,包括:用于合成含水合物储层的样品合成室、用于为样品合成室提供上覆应力和孔隙压力并测量储层压力和应变的应力应变系统、用于对样品合成室进行温度控制的温度系统、用于对样品合成室的产出物进行分离气液或气液固并对产出物进行计量的气液固分离系统、用于采集实时数据并对气液固分离系统进行实时图像采集的数据采集及监测系统。本装置能够实现特定水合物样品在上覆应力条件下的合成,并监测其合成过程中的温度、压力和应变;可以对特定含水合物样品进行敏感性测试,并对其敏感性及工作液对储层损害程度的评价。



1. 一种含水合物储层损害的评价装置,其特征在于,包括:

样品合成室,用于合成含水合物储层;

应力应变系统,通过管线与所述样品合成室相接,用于为所述样品合成室提供上覆应力和孔隙压力,并测量储层的压力和应变;

温度系统,布设在所述样品合成室,用于所述样品合成室进行温度控制,并测量储层的温度;

气液固分离系统,通过管线与所述样品合成室相连,用于对所述样品合成室的产出物进行气液或气液固分离,并对产出物进行计量;

数据采集及监测系统,与所述样品合成室、所述应力应变系统、所述温度系统、所述气液固分离系统通信连接,用于采集所述应力应变系统、温度系统、气液固分离系统的实时数据,并对所述气液固分离系统进行实时图像采集。

2. 根据权利要求1所述的含水合物储层损害的评价装置,其特征在于:所述样品合成室包括三维温度测量模块、三维压力测量模块、以及用于盖合所述样品合成室的合成室釜盖;所述样品合成室外侧设有用于温度控制的水夹套;所述应力应变系统包括上覆应力模块、气体增压模块、液体增压模块、气液增压泵、应变测量模块、气源和缓冲罐;所述上覆应力模块可移动设置在所述合成室釜盖上且通过移动对所述样品合成室实现增加或减压,所述应变测量模块对所述上覆应力模块的移动进行采集;所述气源通过所述气体增压模块、所述缓冲罐与所述样品合成室相连;所述液体增压模块、气液增压泵、应变测量模块通过管线与所述样品合成室相连;所述温度系统包括水浴模块和传输管,所述水浴模块通过所述传输管分别与所述样品合成室、所述缓冲罐相连;所述气液固分离系统包括气液固分离罐、电子秤和气体流量计,所述气体流量计通过所述气液固分离罐与所述样品合成室的出口相接;所述数据采集及监测系统包括采集仪、计算机处理器和高清摄像头,所述采集仪采集装置的温度、压力、应变、以及电子秤与气体流量计的实时数据并将数据传输至所述计算机处理器,所述高清摄像头对所述气液固分离罐进行实时图像采集并将采集信息传输给所述计算机处理器。

3. 根据权利要求2所述的含水合物储层损害的评价装置,其特征在于:所述气液固分离罐采用可视化结构的气液固分离罐。

4. 根据基于权利要求2所述的含水合物储层损害的评价装置评价储层损坏的方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一:样品合成室通过应力应变系统和温度系统对样品合成的温度和压力进行控制,合成不同上覆应力加载、不同孔隙压力和不同温度的样品,模拟真实水合物的赋存情况;

步骤二:进行不同流体组分在不同温度和不同压力下的敏感性测试,模拟真实条件下水合物开采过程中的敏感性测试;

步骤三:通过采集仪对样品合成和测试过程中的温度、压力、应变、工作的质量和流量数据进行采集,通过高清摄像头对气液固分离罐中的气液或气液固分离进行观测;

步骤四:敏感性分析,通过采集仪采集的数据,综合的对流体在不同条件下经过水合物样品后应力、应变和温度的变化分析其渗透率和孔隙度的变化,并通过计算机处理器对其敏感性进行评价,包括速敏、水敏、盐敏、碱敏、酸敏、应力敏感、温度敏感及工作液对含水合

物储层的损害程度。

一种含水合物储层损害的评价装置及评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及天然气水合物勘探开发技术领域,尤其涉及一种含水合物储层损害的评价装置及评价方法。

背景技术

[0002] 天然气水合物是气体和水在高压低温条件下形成的类冰状固体,广泛分布于深海沉积物或陆域冻土中,储量非常巨大,是全球常规燃料总碳量的2倍。然而水合物储层存在结构复杂、低渗、矿物成分复杂、温压复杂等情况,因此有必要对勘探开发过程中可能对水合物储层产生损害关键因素及程度进行评价。

[0003] 现有技术不具备水合物合成能力,无法测试含水合物条件下的储层损坏,也未对含水合物储层进行详细的评价。

[0004] 储层损害评价是储层保护技术的基础,也是储层保护技术这个系统工程中很重要的一个环节。然而,当前评价方法已经不适应水合物储层开发的需要,形成快速评价水合物储层损坏的方法对水合物储层全过程保护及经济开发具有重要意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服上述现有技术的不足,提供一种含水合物储层损害的评价装置及评价方法。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现的:一种含水合物储层损害的评价装置,包括:

[0007] 样品合成室,用于合成含水合物储层;

[0008] 应力应变系统,通过管线与所述样品合成室相接,用于为所述样品合成室提供上覆应力和孔隙压力,并测量储层的压力和应变;

[0009] 温度系统,布设在所述样品合成室,用于所述样品合成室进行温度控制,并测量储层的温度;

[0010] 气液固分离系统,通过管线与所述样品合成室相连,用于对所述样品合成室的产出物进行气液或气液固分离,并对产出物进行计量;

[0011] 数据采集及监测系统,与所述样品合成室、所述应力应变系统、所述温度系统、所述气液固分离系统通信连接,用于采集所述应力应变系统、温度系统、气液固分离系统的实时数据,并对所述气液固分离系统进行实时图像采集。

[0012] 所述样品合成室包括三维温度测量模块、三维压力测量模块、以及用于盖合所述样品合成室的合成室釜盖;所述样品合成室外侧设有用于温度控制的水夹套;所述应力应变系统包括上覆应力模块、气体增压模块、液体增压模块、气液增压泵、应变测量模块、气源和缓冲罐;所述上覆应力模块可移动设置在所述合成室釜盖上且通过移动对所述样品合成室实现增加或减压,所述应变测量模块对所述上覆应力模块的移动进行采集;所述气源通过所述气体增压模块、所述缓冲罐与所述样品合成室相连;所述液体增压模块、气液增压泵、应变测量模块通过管线与所述样品合成室相连;所述温度系统包括水浴模块和传输管,

所述水浴模块通过所述传输管分别与所述样品合成室、所述缓冲罐相连；所述气液固分离系统包括气液固分离罐、电子秤和气体流量计，所述气体流量计通过所述气液固分离罐与所述样品合成室的出口相接；所述数据采集及监测系统包括采集仪、计算机处理器和高清摄像头，所述采集仪采集装置的温度、压力、应变、以及电子秤与气体流量计的实时数据并将数据传输至所述计算机处理器，所述高清摄像头对所述气液固分离罐进行实时图像采集并将采集信息传输给所述计算机处理器。

[0013] 所述气液固分离罐采用可视化结构的气液固分离罐。可视化设置的气液固分离罐，可直观观测其内部的变化过程。

[0014] 基于含水合物储层损害的评价装置评价储层损坏的方法，包括如下步骤：

[0015] 步骤一：样品合成室通过应力应变系统和温度系统对样品合成的温度和压力进行控制，合成不同上覆应力加载、不同孔隙压力和不同温度的样品，模拟真实水合物的赋存情况；

[0016] 步骤二：进行不同流体组分在不同温度和不同压力下的敏感性测试，模拟真实条件下水合物开采过程中的敏感性测试；

[0017] 步骤三：通过采集仪对样品合成和测试过程中的温度、压力、应变、工作的质量和流量数据进行采集，通过高清摄像头对气液固分离罐中的气液或气液固分离进行观测；

[0018] 步骤四：敏感性分析，通过采集仪采集的数据，综合的对流体在不同条件下经过水合物样品后应力、应变和温度的变化分析其渗透率和孔隙度的变化，并通过计算机处理器对其敏感性进行评价，包括速敏、水敏、盐敏、碱敏、酸敏、应力敏感、温度敏感及工作液对含水合物储层的损害程度。

[0019] 与现有技术对比，本发明的优点在于：本装置能够实现特定水合物样品在上覆应力条件下的合成，并监测其合成过程中的温度、压力和应变；可以对特定含水合物样品进行敏感性测试，并对其敏感性及其工作液对储层损害程度的评价。

附图说明

[0020] 图1为本发明实施例的结构框图；

[0021] 图2为本发明实施例的工作流程图。

[0022] 图中附图标记含义：1、水泵；2、平流泵；3、手动泵；4、恒速恒压泵；5、真空泵；6、气体增压泵；7、缓冲罐；8、气源；9、低温水浴；10、样品合成室；11、合成室釜盖；12、可移动上覆应力加载系统；13、电动阀；14、气体流量计；15、气液固分离罐；16、高清摄像头；V1-V14、为第一阀门-第十四阀门；P1-P7，为第一压力传感器-第七传感器；p1-p7，第一压力传感器-第七传感器各自测试注入的压力；T、温度传感器组；S、应变传感器。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的内容做进一步详细说明。

[0024] 实施例

[0025] 参阅图1及图2，为一种含水合物储层损害的评价装置，包括：

[0026] 样品合成室10，用于合成含水合物储层；

[0027] 应力应变系统，通过管线与样品合成室10相接，用于为样品合成室10提供上覆应

力和孔隙压力,并测量储层的压力和应变;

[0028] 温度系统,通过管线与样品合成室10的水夹套相连,用于对样品合成室10温度控制,所需三维温度测量模块的温度传感器组T对样品合成室10的温度进行测量;

[0029] 气液固分离系统,通过管线与样品合成室10相连,用于对样品合成室10的产出物进行气液或气液固分离,并对产出物进行计量;

[0030] 数据采集及监测系统,与样品合成室10、应力应变系统、温度系统、气液固分离系统通信连接,用于采集应力应变系统、温度系统、气液固分离系统的实时数据,并对气液固分离系统进行实时图像采集。

[0031] 样品合成室10包括三维温度测量模块、三维压力测量模块、以及用于盖合样品合成室10的合成室釜盖11;样品合成室10外侧设有用于温度控制的水夹套;应力应变系统包括上覆应力模块、气体增压模块、液体增压模块、气液增压泵、应变测量模块(应变传感器S)、气源8和缓冲罐7;上覆应力模块可移动设置在合成室釜盖11上且通过移动对样品合成室10实现增加或减压,并通过应变传感器S对上覆应力模块的移动进行测量;气源8通过气体增压模块、缓冲罐7与样品合成室10相连;液体增压模块、气液增压泵、应变测量模块通过管线与样品合成室10相连;温度系统包括水浴模块和传输管,水浴模块通过传输管分别与样品合成室10、缓冲罐7相连;气液固分离系统包括气液固分离罐15、电子秤和气体流量计14,气体流量计14通过气液固分离罐15与样品合成室10的出口相接;数据采集及监测系统包括采集仪、计算机处理器和高清摄像头16,采集仪采集装置的温度、压力、应变、以及电子秤与气体流量计14的实时数据并将数据传输至计算机处理器,高清摄像头16对气液固分离罐15进行实时图像采集并将采集信息传输给计算机处理器。

[0032] 气液固分离罐15采用可视化结构的气液固分离罐15。可视化设置的气液固分离罐15,可直观观测其内部的变化过程。

[0033] 基于含水合物储层损害的评价装置评价储层损害的方法,包括如下步骤:

[0034] 步骤一:样品合成室10通过应力应变系统和温度系统对样品合成的温度和压力进行控制和测量,合成不同上覆应力加载、不同孔隙压力和不同温度的样品,模拟真实水合物的赋存情况;

[0035] 步骤二:进行不同流体组分在不同温度和不同压力下的敏感性测试,模拟真实条件下水合物开采过程中的敏感性测试;

[0036] 步骤三:通过采集仪对样品合成和测试过程中的温度、压力、应变、工作的质量和流量数据进行采集,通过高清摄像头16对气液固分离罐15中的气液或气液固分离进行观测;

[0037] 步骤四:敏感性分析,通过采集仪采集的数据,综合的对流体在不同条件下经过水合物样品后应力、应变和温度的变化分析其渗透率和孔隙度的变化,并通过计算机处理器对其敏感性进行评价,包括速敏、水敏、盐敏、碱敏、酸敏、应力敏感、温度敏感及工作液对含水合物储层的损害程度。

[0038] 本实施例中,三维温度测量模块采用温度传感器组T,三维压力测量模块采用第一压力传感器P1(测试所注入压力 p_1)、第二压力传感器P2(测试所注入压力 p_2)、第三压力传感器P3(测试所注入压力 p_3)、第四压力传感器P4(测试所注入压力 p_4)、第五压力传感器P5(测试所注入压力 p_5)、第六压力传感器P6(测试所注入压力 p_6)、第七压力传感器P7(测试所

注入压力 p_7)；管线与各部件之间通过阀门连接，阀门包括第一阀门V1、第二阀门V2、第三阀门V3、第四阀门V4、第五阀门V5、第六阀门V6、第七阀门V7、第八阀门V8、第九阀门V9、第十阀门V10、第十一阀门V11、第十二阀门V12、第十三阀门V13、第十四阀门V14。应力应变系统当中，上覆应力模块为可移动上覆应力加载系统12，气体增压模块采用气体增压泵6；液体增压模块采用水泵1、平流泵2、手动泵3和真空泵5；气液增压泵采用恒速恒压泵4；应变测量模块采用应变计；水浴模块采用低温水浴9。压力 p_1 至压力 p_7 均为压力传感器表的压力示数，在图中均无示出。

[0039] 评价储层损坏的方法中，所说的不同流体组分，是指气体、液体和气液混合流体；该评价方法涉及主要测量参数如下：

[0040] (1) 温度：采用温度传感器实时测量。

[0041] (2) 应力：采用压力传感器实时测量。

[0042] (3) 应变：主要采用应变计进行测量。

[0043] (4) 流体质量：通过电子秤实时测量。

[0044] (5) 流体流速：通过质量流量计实时测试。

[0045] (6) 渗透率：根据三维布设的压力传感器测得的数据通过达西公式计算得到，即根据样品室前后的测试压力变化来计算。

[0046] (7) 孔隙度：根据应变传感器S测得的数据通过软件计算得到，即在储层砂量不变的情况下，所产生的应变都来自于孔隙度的变化。

[0047] 本实施例的过程如下：

[0048] 1) 样品合成：

[0049] 在样品合成室10中加入含水沉积物样品，关闭合成室釜盖11，通过O型圈和螺栓进行密封，连接应变传感器S，关闭所有阀门；开启第十四阀门V14用真空泵5抽真空，同时打开第七阀门V7对可移动上覆应力加载系统12增压，提供上覆应力压实储层并保持。随后关闭真空泵5和第十四阀门V14，气源8通过缓冲罐7经过恒压恒速泵经由第四阀门V4、第五阀门V5、第六阀门V6和第八阀门V8阀门注入样品合成室10，关闭第四阀门V4后，启动低温水浴9流入样品合成室10室水夹套进行温度控制，在沉积物中合成水合物；或者定水量和定气量的流体注水烘干沉积物内，并进行降温合成含水合物沉积物；分离后的液体从第十二阀门V12流向出液口。

[0050] 2) 敏感性测试：

[0051] 含水合物样品合成好后，对平流泵2或气体增压泵6通过缓冲罐7由恒速恒压泵4向样品室注入高压流体(第一压力传感器P1测试注入压力 p_1)，出口处第四压力传感器P4测试出口压力 p_4 ，第三压力传感器P3和第七压力传感器P7分布实时测试样品上下压力 p_3 和 p_7 ，在计算机处理器的软件中根据达西公式实时计算样品室的渗透率变化。应变传感器S根据样品的应变数据和样品合成室10体积可以在软件中实时计算出样品室的孔隙度变化。可以测量不同流速流体、不同含水率流体、不同盐组分流体、不同酸碱度流体、不同温度流体、不同有效压力下的敏感性，对不同工作液对储层的损害程度进行测试。

[0052] 3) 敏感性评价：

[0053] 根据实验所测数据和计算，结合渗透率和孔隙度变化，对储层受流体侵入的敏感性进行分析，主要有速敏、水敏、盐敏、酸敏、碱敏、应力敏感、温度敏感的评价及各类工作液

对储层的损害程度。

[0054] 上列详细说明是针对本发明可行实施例的具体说明,该实施例并非用以限制本发明的专利范围,凡未脱离本发明所为的等效实施或变更,均应包含于本案的专利范围中。

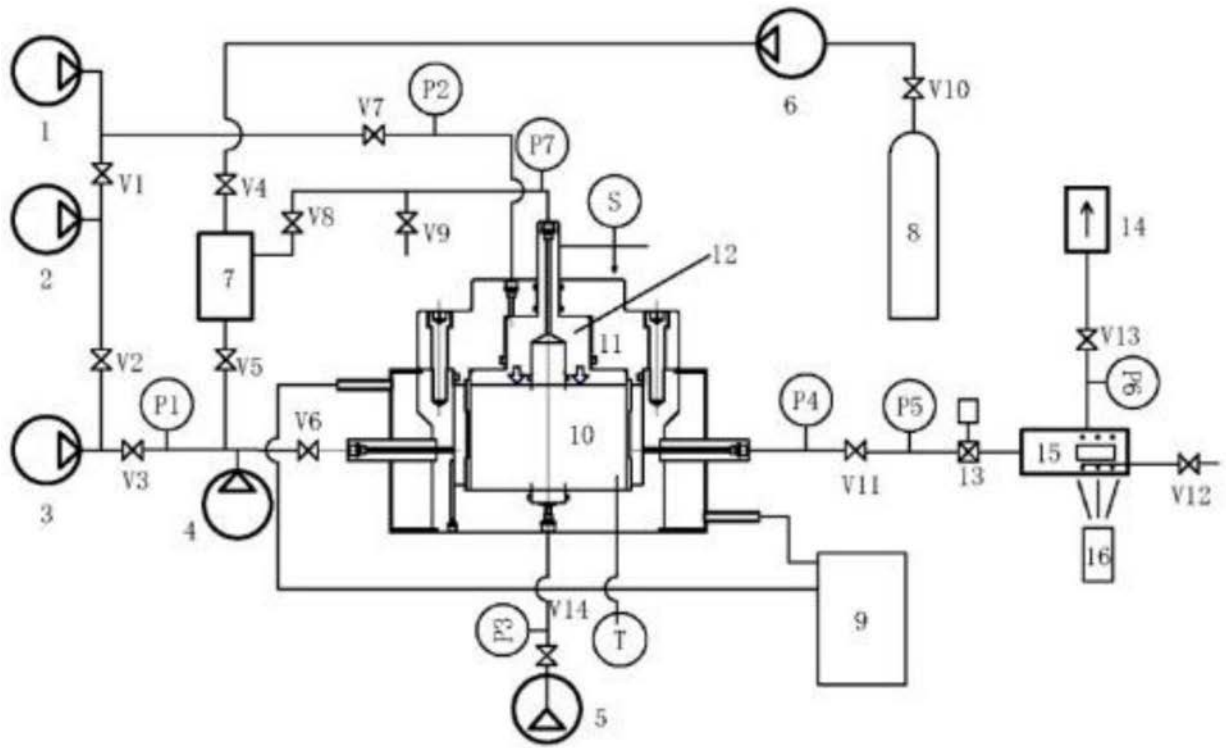


图1

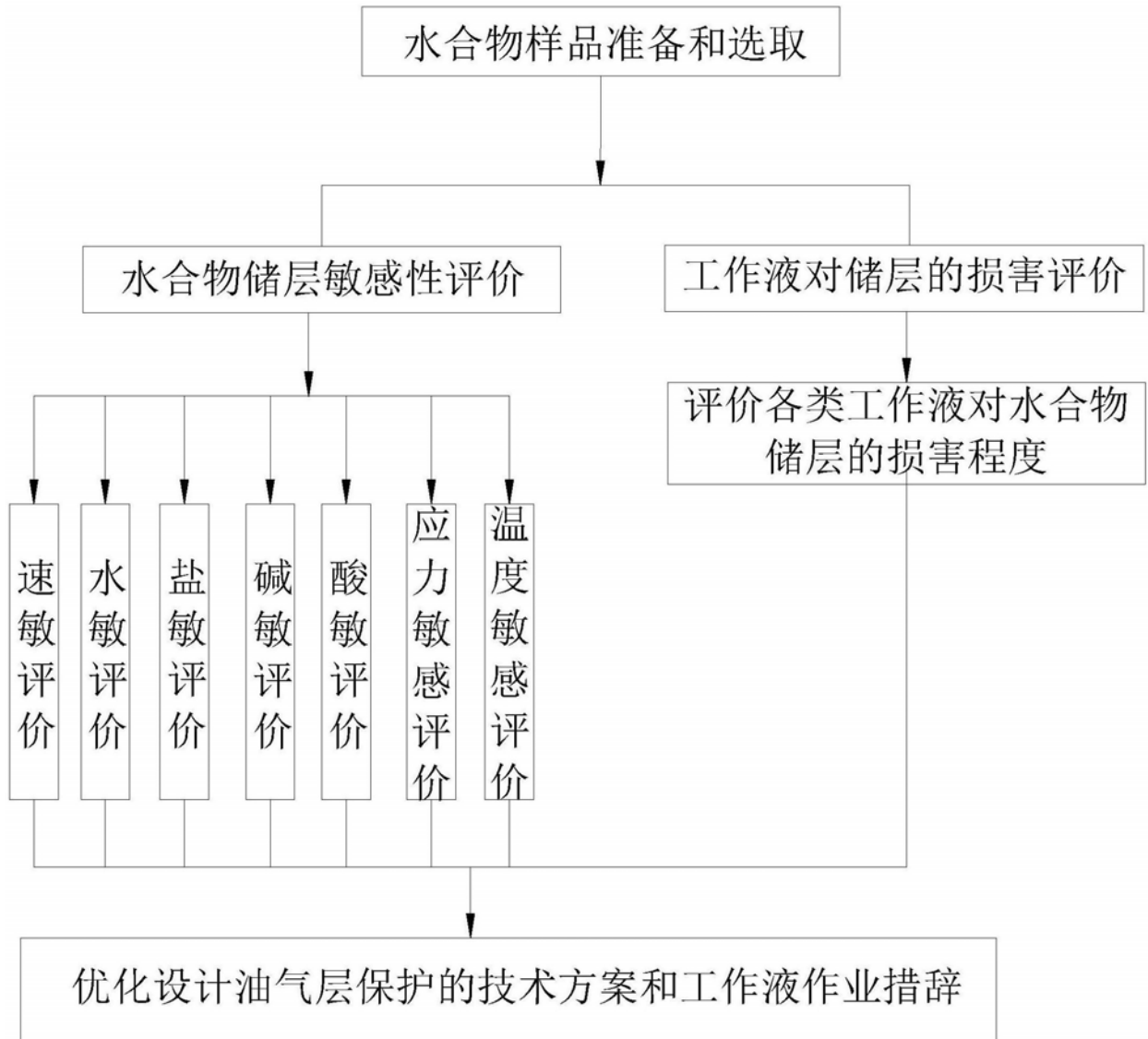


图2