



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106896212 A

(43)申请公布日 2017.06.27

(21)申请号 201710095540.6

(22)申请日 2017.02.22

(71)申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市黄岛区经济技术开发区长江西路66号

(72)发明人 陈野 孙宝江 高永海 李昊 刘凯

(74)专利代理机构 北京思格颂知识产权代理有限公司 11635

代理人 潘珺

(51)Int.Cl.

G01N 33/24(2006.01)

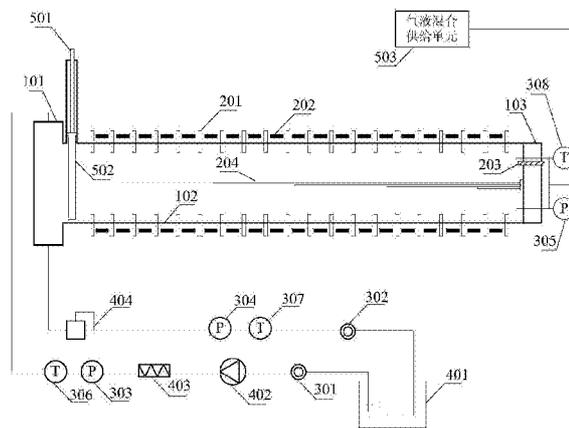
权利要求书3页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置

(57)摘要

本发明涉及一种监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,包括:井筒-水合物储层耦合传热传质单元以及钻井液循环单元;井筒-水合物储层耦合传热传质单元通过填砂压实的方法模拟储层结构,为多孔介质中水合物的生成、分解与再生提供反应场所,并利用包括温压传感、电阻抗传感、超声波监测、TDR监测以及核磁共振追踪同位素在内的多种监测手段,实时记录储层内不同位置的物性参数变化;钻井液循环单元用于模拟不同钻进参数的钻井液循环;该装置可以模拟不同水深条件下的水合物储层,在钻井液侵入过程中,监测井筒-储层传热传质时储层内部温度、压力、电阻抗的变化和分解流体、原始固相水合物等物质的迁移规律。



1. 一种监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,包括:井筒-水合物储层耦合传热传质单元以及钻井液循环单元;其特征在于,井筒-水合物储层耦合传热传质单元通过填砂压实的方法模拟储层结构,为多孔介质中水合物的生成与钻井液侵入条件下水合物的分解与再生提供反应场所,并利用包括温度压力传感、电阻抗传感、超声波监测、TDR监测以及核磁共振追踪同位素在内的多种监测手段,实时记录储层内不同位置的物性参数变化;钻井液循环单元用于模拟不同钻进参数的钻井液循环,并利用循环前后流量计之差计量侵入钻井液量。

2. 根据权利要求1所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,井筒-水合物储层耦合传热传质单元,包括:竖直直筒管柱、水平直筒管柱、水平直筒管柱盖塞;其中,竖直直筒管柱采用圆形管柱、竖直放置,水平直筒管柱采用圆形管柱、水平放置,竖直直筒管柱、水平直筒管柱固定连接,竖直直筒管柱被水平直筒管柱分为上下两截;水平直筒管柱采用压实法填砂,通过调整砂石粒径来改变储层孔隙度,用于模拟与井筒接触的径向一维水合物储层,其一端与竖直直筒管柱中部连通,另一端被水平直筒管柱盖塞封堵,水平直筒管柱长为 L ,内径为 D ,竖直直筒管柱用于模拟钻井液循环过程中与储层接触的井筒。

3. 根据权利要求1-2所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,水平直筒管柱沿水平轴线方向等间距均匀安装共20组综合传感器,每组综合传感器包含位于同一竖直平面的4根探针,每根探针均沿径向设置,每组4根探针相互呈 90° 分布在水平直筒管柱竖直截面内,两根竖直设置、两根水平设置;每根探针上携带2组探头,2组探头分别距离水平直筒管柱内管壁 $D/5$ 、 $2D/5$,每组探头监测所处位置的温度、压力、电阻抗;综合传感器外端设有核磁共振系统,围绕在水平直筒管柱周身外,用于追踪特定同位素在储层内的扩散规律。

4. 根据权利要求1-3所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,水平直筒管柱上贴近竖直直筒管柱位置竖直设长于水平直筒管柱内径的滑道,滑道内设置可控伸缩管与绝热绝缘闸板;其中可控伸缩管与绝热绝缘闸板刚性连接,可控伸缩管驱动绝热绝缘闸板来完成对竖直直筒管柱和水平直筒管柱之间的封割;绝热绝缘闸板位于滑道内部,采用绝热绝缘硬质材料,与可控伸缩管连接部位呈T字形,与滑道形成动密封。

5. 根据权利要求1-4所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,水平直筒管柱盖塞采用耐高压圆柱体,其同一直径上距离圆心 $D/6$ 处设有两处流动端口,用于为水平直筒管柱提供流体出入通道;两处流动端口上分别安装有第三压力表和第三温度表,分别测量出入水平直筒管柱流体的温度与压力;两处流动端口通过第一绝热管与气液混合供给单元相连,用于为水平直筒管柱提供充足的气液混合流体以生成水合物。

6. 根据权利要求1-5所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,水平直筒管柱盖塞内端圆心处设有同轴TDR传感座,传感座上安装有五组同轴TDR探针,五组同轴TDR探针分别长 $L/6$ 、 $2L/6$ 、 $3L/6$ 、 $4L/6$ 、 $5L/6$,五组同轴TDR探针水平固定在中线上,将水平直筒管柱等距分割为六部分,用于测试不同区域内水合物饱和度与含水率的变化,分析钻井液侵入状态;水平直筒管柱盖塞靠近圆心处安装有超声波雾化探头,用

于测试水平直筒管柱内水合物饱和度与含水率的变化。

7. 根据权利要求1-6所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,钻井液循环单元,包括:泥浆池、高压往复循环泵、可控加热器和回压阀;泥浆池通过第一绝热输送管线与竖直直筒管柱上端口相连,第一绝热输送管线上自泥浆池至竖直直筒管柱上端口依次装有第一流量计、高压往复循环泵、可控加热器、第一压力表、第一温度表;竖直直筒管柱下端口通过第二绝热输送管线与泥浆池相连,第二绝热输送管线上自竖直直筒管柱下端口至泥浆池依次装有回压阀、第二压力表、第二温度表、第二流量计;泥浆池盛有足量的指定离子种类与浓度的钻井液。

8. 根据权利要求1-7所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,同轴型TDR探针外部热敷了一层绝缘材料。

9. 一种监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性动态变化规律的方法,采用权利要求1-8所述监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其特征在于,具体步骤为:

(1) 填砂注气液,降温增压模拟水合物储层

驱动可控伸缩管,将绝热绝缘闸板推至水平直筒管柱底部,将竖直直筒管柱和水平直筒管柱完全封隔起来;

卸下水平直筒管柱盖塞,按照预设的储层基质与孔隙度选择砂石种类与粒径,向水平直筒管柱内填砂直至溢出,安装水平直筒管柱盖塞,随后将水平直筒管柱内部抽真空;

用水浴法为水平直筒管柱制冷,直至综合传感器获取的温度数据与第三温度表的读数一致,达到预设值并稳定不变;

按照预设的气体种类、液体种类以及混合比例在气液混合供给单元配置所需流体,并向水平直筒管柱内注入,直至综合传感器获取的压力数据与第三压力表读数一致,达到预设值并稳定不变,此时认为多孔介质内水合物已达到该条件下相平衡,根据气液混合供给单元内流体的消耗量可估算储层内水合物饱和度;

(2) 循环钻井液,模拟侵入储层传热传质

打开并设置高压往复循环泵和可控加热器,将泥浆池中依照预设离子种类和浓度配置的钻井液,按照预设的循环排量和温度注入竖直直筒管柱中。调节回压阀,以控制竖直直筒管柱和水平直筒管柱内压力恒定为预设值;

观察第二压力表和第二温度表,当读数达到预设值并稳定不变时,驱动可控伸缩管,将绝热绝缘闸板上拉,直至竖直直筒管柱和水平直筒管柱完全连通,此时开始模拟循环钻井液侵入水合物储层;

(3) 监测储层物性变化,分析钻井液侵入动态规律

采集综合传感器、核磁共振系统、超声波雾化探头、同轴型TDR探针、第一流量计、第二流量计、第一压力表、第二压力表、第一温度表、第二温度表的实时信号,并将这些信号转化为相应的数据进行处理分析;

其中,综合传感器记录的是储层不同位置的温度、压力、电阻抗,反映钻井液侵入条件下储层温度场、压力场和电阻抗场随时间的变化;

核磁共振系统追踪并记录的是预设放射性元素所在物质的运动轨迹,反映钻井液侵入条件下储层内原有的某特定物质受水合物分解、二次生成和钻井液屈替的影响而发生的迁移规律;当储层内发生物理或化学反应时,预设放射性元素会从原始所在物质中转换到新

的物质中,监测其实时的位置状态,可以推断储层内部动态及反应进展;为提升准确度,一次仅标记一种放射性元素;

超声波雾化探头记录的是不同频率声波折返所用的时间,反映储层内水合物饱和度和含水率;

同轴型TDR探针记录的是电磁波反射后得出的波形图,从而计算储层内不同位置的介电常数,反映储层内水合物饱和度和含水率,与超声波雾化探头相互验证,从而修正误差;

第一流量计记录的是钻井液进入竖直直筒管柱的流量,第二流量计记录的是钻井液流出竖直直筒管柱的流量,通过第一流量计和第二流量计可以计算出钻井液侵入储层的总滤失量;

第一压力表和第一温度表记录的是钻井液流出竖直直筒管柱的压力和温度,第二压力表和第二温度表记录的是钻井液进入竖直直筒管柱的压力和温度,通过第一压力表、第二压力表、第一温度表、第二温度表可以估测出钻井液传递给储层的总能量。

10. 根据权利要求9所述的监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性动态变化规律的方法,其特征在于:

通过分别改变填充入水平直筒管柱的砂石种类、粒径,进行多次操作,研究储层种类与初始孔隙度对钻井液侵入水合物储层行为动态规律的影响;

通过改变气液混合供给单元中的气液混合比例,进行多次操作,研究储层内水合物饱和度、含气率、含水率对钻井液侵入水合物储层行为动态规律的影响;

通过改变气液混合供给单元中气体分子中碳元素同位素(如C14),调整核磁共振系统的接收频率对该碳同位素进行实时追踪,研究储层内水合物分解生成气体的扩散规律;

通过改变气液混合供给单元中液体分子中氢元素同位素(如H3),调整核磁共振系统的接收频率对该氢同位素进行实时追踪,研究储层内水合物分解生成液体的扩散规律;

通过调改变水平直筒管柱的环境温度和压力,进行多次操作,研究不同水深和水温下钻井液侵入水合物储层行为动态规律;

通过调整高压往复循环泵和可控加热器,分别改变循环钻井液的排量和温度,进行多次操作,研究不同钻进工况下钻井液侵入水合物储层行为动态规律;

通过分别改变泥浆池中钻井液的离子种类和浓度,进行多次操作,研究不同钻井液离子种类和浓度对钻井液侵入水合物储层行为动态规律。

监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置

技术领域

[0001] 本发明属于石油天然气开发领域,具体地,涉及一种监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,用于观察和分析不同条件下钻井液侵入水合物储层的内部行为动态变化,从而总结归纳出相应的规律。

背景技术

[0002] 水合物是一种笼型结构络合物,通常由小分子烃(如甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷等)和水分子组成。其具有储量丰富、分布广泛、能量密度高以及燃烧后污染小等优点,被视为未来能够代替传统化石燃料的清洁能源,受到了世界各国的追捧与关注。许多国家都已先后开展了天然气水合物试采项目,但目前只有前苏联在麦索亚哈气田的试采具有可观的商业效益。

[0003] 自然界中的天然气水合物主要赋存在深水地层以及大陆架冻土层中。极端恶劣的环境给开采工程带来了种种困难,对技术人员和配套设备提出了更高的要求。除了风暴、地震以及风浪流等因素的影响,水合物自身对温度、压力的敏感性也是工程上需要克服的重大难题。水合物的分解与再生往往会致地层坍塌、井壁失稳、井涌井喷、管道堵塞等事故,影响正常生产,危害人员与设备的安全。

[0004] 钻井是开采地下能源的必要手段。当钻井液在循环过程中侵入储层时,会与储层发生传热传质。与常规储层不同,水合物储层在吸收一定能量后,温度会逐渐上升直至超过水合物相平衡曲线,分解吸热生成大量的气和水。而生成的流体会在局部压差作用下扩散,阻碍钻井液向储层深处流动,如果有合适的温度压力,还会重新生成水合物固体颗粒,改变储层物性。该过程包含了钻井液与储层之间的相互作用,涉及到了多个变量参数,相对复杂。一旦控制不当,会引发一系列的地质灾害,造成难以挽回的损失。

[0005] 目前,国内外学者在水合物领域的实验研究主要集中在模拟水合物的生成与分解,探究水合物不同环境下的相平衡条件。而水合物储层内传热传质的研究尚不成熟,对钻井液侵入水合物储层后的行为动态规律的认识更是近乎空白。

[0006] 针对上述情况,有必要在室内设计一套能够监测分析深水环境下钻井液侵入过程中水合物储层物性变化的装置,通过改变钻井液温度、井筒压力、储层孔隙度、水合物饱和度等参数获得相应的数据,以总结归纳出相应的规律,从而为深水钻采水合物提供优化方案和预测风险的理论依据,保障现场作业的安全。

发明内容

[0007] 为填补目前技术空白,本发明提供一种用于模拟深水环境下钻井液侵入水合物储层,并通过改变钻井液温度、井筒压力、储层孔隙度、水合物饱和度、储层初始温度和压力等参数来分析相关规律的装置,为深水钻采水合物过程中避免钻井液引发大规模水合物分解事故提供优化方案和预测风险的理论依据。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0009] 监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,包括:井筒-水合物储层耦合传热传质单元以及钻井液循环单元;井筒-水合物储层耦合传热传质单元通过填砂压实的方法模拟储层结构,为多孔介质中水合物的生成与钻井液侵入条件下水合物的分解与再生提供反应场所,并利用包括温度压力传感、电阻抗传感、超声波监测、TDR监测以及核磁共振追踪同位素在内的多种监测手段,实时记录储层内不同位置的物性参数变化;钻井液循环单元用于模拟不同钻进参数的钻井液循环,并利用循环前后流量计之差计量侵入钻井液量;该装置可以模拟不同水深条件下的水合物储层,遭受不同作业参数钻井液侵入的情况,监测井筒-储层传热传质过程中,储层内部温度、压力、电阻抗的变化和分解流体、原始固相水合物等特定物质的迁移规律。

[0010] 相对于现有技术,本发明的有益效果如下:

[0011] 1、可以通过温度、压力、声波、电磁波、电阻抗多种手段来监测储层内不同位置的物性参数随钻井液侵入的变化,相互验证,提高数据准确率与可靠性,从而分析相应的行为动态规律;

[0012] 2、可以通过改变填充砂石的粒径和注入砂石的气液比例来改变模拟储层的孔隙度和水合物的饱和度,分析其对钻井液侵入储层行为动态规律的影响;

[0013] 3、可以通过改变钻井液的盐度、温度、循环排量与井筒压力,来分析其对钻井液侵入储层行为动态规律的影响;

[0014] 4、可以通过改变注入气体和液体中的标记元素,包括H3、C14、O20在内的碳氢氧放射性同位素,追踪钻井液侵入储层过程中,不同水合物的分解情况以及分解流体的扩散情况;

[0015] 5、可以通过改变实验系统的环境温度和环境压力,模拟不同水深条件下钻井液侵入水合物储层的情况;

[0016] 6、在钻井液循环之前可以将井筒部分与储层部分绝热绝缘隔离,避免相互影响,与现场实际情况更相近。

附图说明

[0017] 图1是监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化装置的示意图;

[0018] 图2是同一组综合传感器在竖直截面上的分布示意图;

[0019] 图3是绝热绝缘闸板与水平直筒管柱之间连接示意图;

[0020] 图中:101、竖直直筒管柱,102、水平直筒管柱,103、水平直筒管柱盖塞,201、综合传感器,202、核磁共振系统,203、超声波雾化探头,204、同轴型TDR探针,301、第一流量计,302、第二流量计,303、第一压力表,304、第二压力表,305、第三压力表,306、第一温度表,307、第二温度表,308、第三温度表,401、泥浆池,402、可控加热器,403、高压往复循环泵,404、回压阀,501、可控伸缩管,502、绝热绝缘闸板,503、气液混合供给模块。

具体实施方式

[0021] 如图1所示,监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,包括:井筒-水合物储层耦合传热传质单元以及钻井液循环单元;井筒-水合物储层耦合传热传质单元通过填砂压实的方法模拟储层结构,为多孔介质中水合物的生成与钻井液侵入条件下水合物

的分解与再生成提供反应场所,并利用包括温度压力传感、电阻抗传感、超声波监测、TDR监测以及核磁共振追踪同位素在内的多种监测手段,实时记录储层内不同位置的物性参数变化;钻井液循环单元用于模拟不同钻进参数的钻井液循环,并利用循环前后流量计之差计量侵入钻井液量;该装置可以模拟不同水深条件下的水合物储层,遭受不同作业参数钻井液侵入的情况,监测井筒-储层传热传质过程中,储层内部温度、压力、电阻抗的变化和分解流体、原始固相水合物等特定物质的迁移规律。

[0022] 井筒-水合物储层耦合传热传质单元,包括:竖直直筒管柱101、水平直筒管柱102、水平直筒管柱盖塞103;其中,竖直直筒管柱101采用圆形管柱、竖直放置,水平直筒管柱102采用圆形管柱、水平放置,竖直直筒管柱101、水平直筒管柱102固定连接,竖直直筒管柱101与水平直筒管柱102之间呈 90° 夹角,竖直直筒管柱101被水平直筒管柱102分为上下两截;水平直筒管柱102采用压实法填砂,通过调整砂石粒径来改变储层孔隙度,用于模拟与井筒接触的径向一维水合物储层,其一端与竖直直筒管柱101中部连通,另一端被水平直筒管柱盖塞103封堵,水平直筒管柱102长为 L ,内径为 D ,竖直直筒管柱101用于模拟钻井液循环过程中与储层接触的井筒。

[0023] 水平直筒管柱102沿水平轴线方向等间距均匀安装共20组综合传感器201,每组综合传感器201包含位于同一竖直平面的4根探针,每根探针均沿径向设置,每组4根探针相互呈 90° 分布在水平直筒管柱102竖直截面内,两根竖直设置、两根水平设置;每根探针上携带2组探头,2组探头分别距离水平直筒管柱102内管壁 $D/5$ 、 $2D/5$,每组探头监测所处位置的温度、压力、电阻抗;综合传感器201外端设有核磁共振系统202,围绕在水平直筒管柱102周身处,用于追踪特定同位素在储层内的扩散规律。

[0024] 水平直筒管柱102上贴近竖直直筒管柱101位置竖直设有长于水平直筒管柱102内径的滑道,滑道内设置可控伸缩管501与绝热绝缘闸板502;其中可控伸缩管501与绝热绝缘闸板502刚性连接,可控伸缩管501驱动绝热绝缘闸板502来完成对竖直直筒管柱101和水平直筒管柱102之间的封割;绝热绝缘闸板502位于滑道内部,采用绝热绝缘硬质材料,与可控伸缩管501连接部位呈T字形,与滑道形成动密封。

[0025] 水平直筒管柱盖塞103采用耐高压圆柱体,其同一直径上距离圆心 $D/6$ 处设有两处流动端口,用于为水平直筒管柱102提供流体出入通道;两处流动端口上分别安装有第三压力表305和第三温度表308,分别测量出入水平直筒管柱102流体的温度与压力;两处流动端口通过第一绝热管线与气液混合供给单元503相连,用于为水平直筒管柱102提供充足的气液混合流体以生成水合物。

[0026] 水平直筒管柱盖塞103内端圆心处设有同轴TDR传感座,传感座上安装有五组同轴TDR探针204,五组同轴TDR探针204分别长 $L/6$ 、 $2L/6$ 、 $3L/6$ 、 $4L/6$ 、 $5L/6$,五组同轴TDR探针204水平固定在中线上,将水平直筒管柱102等距分割为六部分,用于测试不同区域内水合物饱和度与含水率的变化,分析钻井液侵入状态;水平直筒管柱盖塞103靠近圆心处安装有超声波雾化探头203,用于测试水平直筒管柱102内水合物饱和度与含水率的变化。

[0027] 钻井液循环单元,包括:泥浆池401、高压往复循环泵402、可控加热器403和回压阀404;泥浆池401通过第一绝热输送管线与竖直直筒管柱101上端口相连,第一绝热输送管线上自泥浆池401至竖直直筒管柱101上端口依次装有第一流量计302、高压往复循环泵402、可控加热器403、第一压力表303、第一温度表306;竖直直筒管柱101下端口通过第二绝热输

送管线与泥浆池401相连,第二绝热输送管线上自竖直直筒管柱101下端口至泥浆池401依次装有回压阀404、第二压力表304、第二温度表307、第二流量计302;泥浆池401盛有足量的指定离子种类与浓度的钻井液;高压往复循环泵402用于为钻井液循环提供动力,同时调控循环排量;可控加热器403用于调控钻井液的温度;回压阀404用于调控钻井液循环过程中竖直直筒管柱101内压力;第一流量计302和第二流量计302分别用于测量流入和流出竖直直筒管柱101的钻井液流量;第一压力表303和第二压力表304分别用于测量竖直直筒管柱101上端口与下端口的实时压力;第一温度表306和第二温度表307分别用于测量流入和流出竖直直筒管柱101的钻井液实时温度。

[0028] 同轴型TDR探针204外部热敷了一层绝缘材料,可以减小电磁波在介质中传播时的损耗,增强传播能力,减小误差,从而使测量结果更加精确。

[0029] 每组综合传感器201中8组探头在水平直筒管柱102同一竖直截面上的分布如图2所示。

[0030] 可控伸缩管502与绝热绝缘闸板503在水平直筒管柱102上滑道的安装如图3所示。

[0031] 监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性动态变化规律的方法,采用上述监测深水钻井液侵入过程水合物储层物性变化的装置,其具体步骤为:

[0032] (1) 填砂注气液,降温增压模拟水合物储层

[0033] 驱动可控伸缩管501,将绝热绝缘闸板502推至水平直筒管柱102底部,将竖直直筒管柱101和水平直筒管柱102完全封隔起来。

[0034] 卸下水平直筒管柱盖塞103,按照预设的储层基质与孔隙度选择砂石种类与粒径,向水平直筒管柱102内填砂直至溢出,安装水平直筒管柱盖塞103,随后将水平直筒管柱102内部抽真空。

[0035] 用水浴法为水平直筒管柱102制冷,直至综合传感器201获取的温度数据与第三温度表308的读数一致,达到预设值并稳定不变。

[0036] 按照预设的气体种类、液体种类以及混合比例在气液混合供给单元503配置所需流体,并向水平直筒管柱102内注入,直至综合传感器201获取的压力数据与第三压力表305读数一致,达到预设值并稳定不变,此时认为多孔介质内水合物已达到该条件下相平衡,根据气液混合供给单元503内流体的消耗量可估算储层内水合物饱和度。

[0037] (2) 循环钻井液,模拟侵入储层传热传质

[0038] 打开并设置高压往复循环泵402和可控加热器403,将泥浆池401中依照预设离子种类和浓度配置的钻井液,按照预设的循环排量和温度注入竖直直筒管柱101中。调节回压阀404,以控制竖直直筒管柱101和水平直筒管柱102内压力恒定为预设值。

[0039] 观察第二压力表304和第二温度表307,当读数达到预设值并稳定不变时,驱动可控伸缩管501,将绝热绝缘闸板502上拉,直至竖直直筒管柱101和水平直筒管柱102完全连通,此时开始模拟循环钻井液侵入水合物储层。

[0040] (3) 监测储层物性变化,分析钻井液侵入动态规律

[0041] 采集综合传感器201、核磁共振系统202、超声波雾化探头203、同轴型TDR探针204、第一流量计301、第二流量计302、第一压力表303、第二压力表304、第一温度表306、第二温度表307的实时信号,并将这些信号转化为相应的数据进行处理分析。

[0042] 其中,综合传感器201记录的是储层不同位置的温度、压力、电阻抗,反映钻井液侵

入条件下储层温度场、压力场和电阻抗场随时间的变化。

[0043] 核磁共振系统202追踪并记录的是预设放射性元素所在物质的运动轨迹,反映钻井液侵入条件下储层内原有的某特定物质受水合物分解、二次生成和钻井液屈替的影响而发生的迁移规律。当储层内发生物理或化学反应时,预设放射性元素会从原始所在物质中转换到新的物质中,监测其实时的位置状态,可以推断储层内部动态及反应进展。为提升准确度,一次仅标记一种放射性元素。

[0044] 超声波雾化探头203记录的是不同频率声波折返所用的时间,反映储层内水合物饱和度和含水率。

[0045] 同轴型TDR探针204记录的是电磁波反射后得出的波形图,从而计算储层内不同位置的介电常数,反映储层内水合物饱和度和含水率,与超声波雾化探头203相互验证,从而修正误差。

[0046] 第一流量计301记录的是钻井液进入竖直直筒管柱101的流量,第二流量计302记录的是钻井液流出竖直直筒管柱101的流量,通过第一流量计301和第二流量计302可以计算出钻井液侵入储层的总滤失量。

[0047] 第一压力表303和第一温度表306记录的是钻井液流出竖直直筒管柱101的压力和温度,第二压力表304和第二温度表307记录的是钻井液进入竖直直筒管柱102的压力和温度,通过第一压力表303、第二压力表304、第一温度表306、第二温度表307可以估测出钻井液传递给储层的总能量。

[0048] 通过分别改变填充入水平直筒管柱102的砂石种类、粒径,进行多次操作,研究储层种类与初始孔隙度对钻井液侵入水合物储层行为动态规律的影响。

[0049] 通过改变气液混合供给单元503中的气液混合比例,进行多次操作,研究储层内水合物饱和度、含气率、含水率对钻井液侵入水合物储层行为动态规律的影响。

[0050] 通过改变气液混合供给单元503中气体分子中碳元素同位素(如C14),调整核磁共振系统202的接收频率对该碳同位素进行实时追踪,研究储层内水合物分解生成气体的扩散规律。

[0051] 通过改变气液混合供给单元503中液体分子中氢元素同位素(如H3),调整核磁共振系统202的接收频率对该氢同位素进行实时追踪,研究储层内水合物分解生成液体的扩散规律。

[0052] 通过调改变水平直筒管柱102的环境温度和压力,进行多次操作,研究不同水深和水温下钻井液侵入水合物储层行为动态规律。

[0053] 通过调整高压往复循环泵402和可控加热器403,分别改变循环钻井液的排量和温度,进行多次操作,研究不同钻进工况下钻井液侵入水合物储层行为动态规律。

[0054] 通过分别改变泥浆池401中钻井液的离子种类和浓度,进行多次操作,研究不同钻井液离子种类和浓度对钻井液侵入水合物储层行为动态规律。

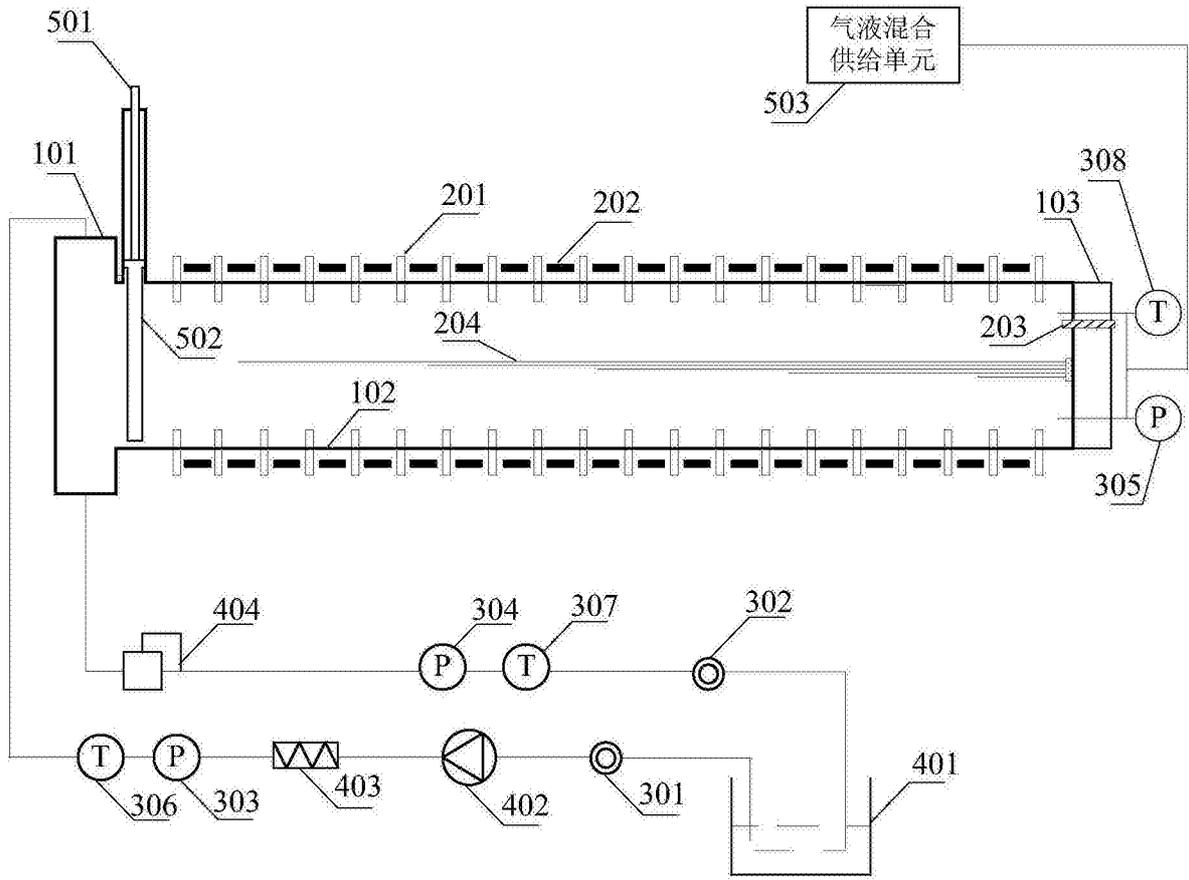


图1

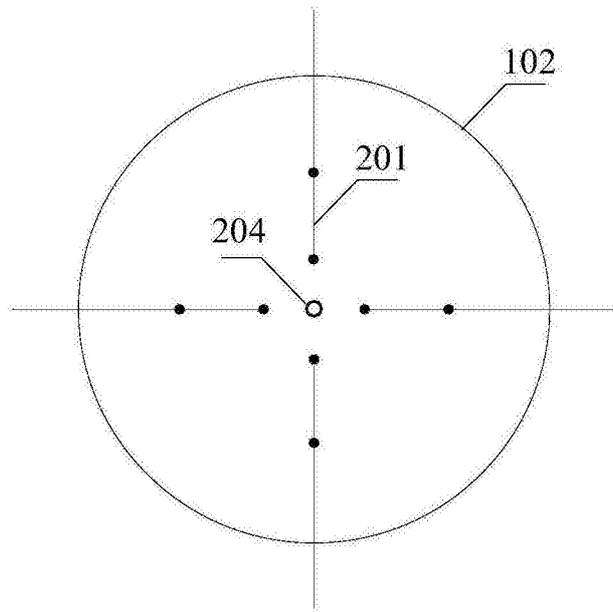


图2

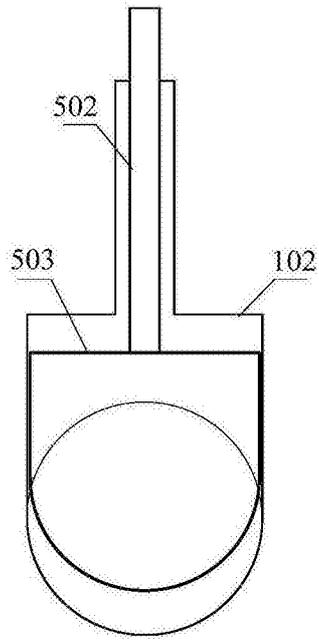


图3