



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113667507 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 09

(21) 申请号 202110963351.2

(22) 申请日 2021.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113667507 A

(43) 申请公布日 2021.11.19

(73) 专利权人 太原理工大学
地址 030024 山西省太原市迎泽西大街79号

(72) 发明人 王磊 康志勤 赵静 杨栋
张红鸽

(74) 专利代理机构 太原高欣科创专利代理事务所(普通合伙) 14109
专利代理师 冷锦超 吴立

(51) Int. Cl.
C10G 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112299546 A, 2021.02.02

CN 110965968 A, 2020.04.07

CN 102165036 A, 2011.08.24

CN 112680246 A, 2021.04.20

US 3960702 A, 1976.06.01

CA 2000251 A1, 1991.04.06

杨东元等.超临界流体萃取与超临界水裂解耦合处理油泥中试.《环境工程》.2016,第34卷(第12期),

Dong Yang et al. Investigating pilot test of oil shale pyrolysis and oil and gas upgrading by water vapor injection. 《Journal of Petroleum Science and Engineering》.2020,第196卷第1-16页.

审查员 卢汉华

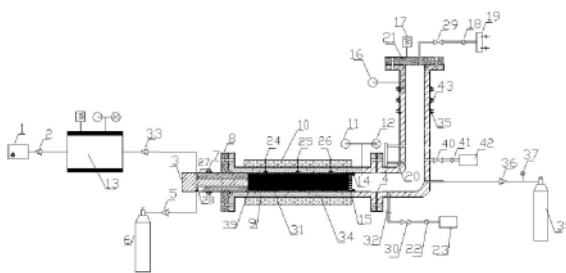
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置及使用方法

(57) 摘要

本发明涉及L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置及使用方法,属于深部非常规或常规资源特殊开采技术领域;技术方案包括并接L型反应釜、超临界水发生系统、轴向传压杆、孔隙压施加系统、注氧系统、排水(盐)系统和油气冷凝与收集系统;本发明的反应装置可以充分模拟超临界水原位热解压裂裂隙储层的过程,探究超临界水与氧协同热解柱状含裂隙有机类岩石的机理和反应特征,可以保证含裂隙岩石所处的热解环境为超临界环境,能够分段加热,可实现有机岩分区域的超临界水氧热解反应,油气水可以实时高效分离,通过注氧系统向热解后的样品中注入氧气,氧气在水平段流动缓慢,保证与有机岩反应充分,极大降低了爆炸风险。



1. L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,其特征在于,包括并接L型反应釜、超临界水发生系统、轴向传压杆、孔隙压施加系统、注氧系统、排水排盐系统和油气冷凝与收集系统;

所述并接L型反应釜包括直筒反应釜和L型反应釜,且两者并接位置设置有垫片,所述直筒反应釜的区域为超临界水氧反应区,所述超临界水氧反应区分为I区、II区和III区分段加热,热解过程中,I区温度最高,首先作为热解区,II区和III区作为预热区;注氧后I区作为氧化放热区,II区作为热解区,III区作为预热区;II区热解完成后作为氧化放热区,III区作为热解区;所述直筒反应釜的内部靠近垫片的位置设有卡环,所述卡环上设有多孔板,所述直筒反应釜的釜体上连接有第四热电偶、第五热电偶、第六热电偶,且外表面包裹有保温层,

所述轴向传压杆设在所述直筒反应釜内,并通过第一法兰相连接,所述轴向传压杆设在所述直筒反应釜内的一端设有凹槽,所述凹槽与所述多孔板之间的区域构成超临界水氧反应区,所述超临界水氧反应区内填充热解样品,所述热解样品与所述直筒反应釜之间设有盘根,所述多孔板与所述L型反应釜的横边釜体侧之间区域为高温油水区,L型反应釜的纵边釜体侧为低温气体区;

所述高温油水区的L型反应釜的釜体的底部设有排水排盐孔,并与所述排水排盐系统相连接,所述直筒反应釜靠近多孔板的位置设有第二热电偶和压力传感器,所述的排水排盐系统包括第二背压阀、阀门、第二换热器和水槽;

所述轴向传压杆的一侧设有超临界水注入腔,并与所述超临界水发生系统相连,另一侧设有进气腔,并与所述注氧系统相连,所述轴向传压杆上设置有水循环冷却腔;所述超临界水发生系统包括水泵、第一单向阀、超临界水发生器和第三单向阀,用于当热解样品缺水时通过超临界水注入腔向热解样品注水;所述的注氧系统包括氧气瓶和第二单向阀,用于当热解样品开始产生油气产物后通过进气腔向热解样品注入氧气;

所述L型反应釜上与所述直筒反应釜的轴线齐平处设有孔,并与所述孔隙压施加系统相连接,所述孔隙压施加系统与所述L型反应釜的连接位置上方设有液位计,且液位计的底部与所述L型反应釜的拐角位置齐平,所述L型反应釜的中上部设有第三热电偶,顶端设有第二法兰,所述第二法兰上设有安全阀,所述的油气冷凝与收集系统包括气水冷凝收集装置和油水冷凝收集装置,所述气水冷凝收集装置包括第一背压阀、第一换热器和气水分离装置,所述油水冷凝收集装置包括第三背压阀、第三换热器和油槽,所述第二法兰上设有孔,并与所述气水冷凝收集装置相连通,所述油水冷凝收集装置设在所述低温气体区的L型反应釜的釜体下部;所述低温气体区的L型反应釜的釜体上设有多级水循环冷却腔,所述的孔隙压施加系统包括氮气气瓶、压力表和第四单向阀,用于在热解试验进行前向并接L型反应釜内部注入孔隙压力。

2. 根据权利要求1所述的L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,其特征在于,所述直筒反应釜的内部靠近垫片的位置焊接有卡环。

3. 根据权利要求1所述的L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,其特征在于,所述超临界水氧反应区的长度为200mm~500mm。

4. 根据权利要求1所述的L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,其特征在于,所述热解样品为含裂隙柱状有机类岩石,外径小于直筒反应釜的釜体内径。

5. 根据权利要求1所述的L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,其特征在于,所述孔隙压力大于22.05MPa。

6. 根据权利要求1所述的L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,其特征在于,所述第三背压阀与所述L型反应釜的釜体相连接的水平管线高于所述液位计的底端位置。

7. 根据权利要求1~6任一所述的装置的使用方法,其特征在于,操作步骤为:

(1)、在直筒反应釜的卡环上放置多孔板,并填充热解样品,同时将盘根紧密填充于热解样品与直筒反应釜间隙;

(2)、固定第一法兰,通过轴向传压杆底部的凹槽挤压盘根,对样品施加压力;

(3)、将直筒反应釜、L型反应釜、排水排盐系统以及油气冷凝与收集系统相连,设置耐高温的第一背压阀、第二背压阀、第三背压阀的压力以及安全阀的压力;

(4)、通过孔隙压施加系统向高温高压并接反应釜内部注入孔隙压力;

(5)、在直筒反应釜外层包裹保温层,同时与超临界水发生系统、注氧系统相连,在水循环冷却腔、多级水循环冷却腔中通入循环水;

(6)、通过超临界水发生器制备超临界水,将其注入到热解样品内部,在样品加热过程中,观察气水分离装置出口是否有气体产物产出,当持续有气体产物产出时,一段时间后停止注入超临界水,充分利用L型反应釜内的回水对样品补充水分,通过注氧系统向样品内注入氧气,同时监测第二热电偶、第三热电偶、第四热电偶、第五热电偶和第六热电偶的温度变化,根据温度变化合理降低超临界水发生器的制备温度;

(7)、交替进行超临界水的注入工作以及注氧工作,当汽水界面处于可视范围内时,通过油水冷凝收集装置收集油水,当汽水界面过低时,向样品内注入超临界水;

(8)、待气水分离装置出口无法采出气体、液位计气水界面没有油层时试验停止,打开阀门,排放污水和盐;

(9)、待并接L型反应釜的温度降低到室温,将直筒反应釜和L型反应釜拆分,取出热解样品,试验完成。

L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置及使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于深部非常规或常规资源特殊开采技术领域,具体涉及L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置及使用方法。

背景技术

[0002] 中国富有机质岩石(煤、油页岩等)储量十分丰富。我国的国情是贫油少气,有机质岩石热解可以形成油气产物,这对于缓解我国目前石油紧缺现状具有重要意义。不同埋深的资源储量亦不同,对于500m以浅埋深的矿层,可以井工开采或者原位开采,原位开采直接在注热井中注入高温流体($>550^{\circ}\text{C}$),待有机质充分热解,流体产物便可从生产井排采。但对于深埋矿层,井工开采的难度极大,安全隐患问题严重,而原位开采由于高温流体在长距离井筒内传输,故散热极为严重,注入常压或者低压高温流体方案不可行。超临界水兼有液体和气体的优点,还具有很好的传质、传热性质,这些特性使得超临界水常常被用作一种优良的反应介质,当水处于其临界点(374.3°C , 22.05MPa)的高温高压状态时被称为超临界水,而深埋矿层所受的覆岩应力很高,这就营造了流体的高压环境,而其临界温度(374.3°C)也要远低于浅埋矿层热解需要的流体温度(550°C),这样井筒的散热对矿层有效热解的影响很小,由此可见,超临界水原位热解深埋矿层是尤为可行的方案。

[0003] 现有该领域内的专利有CN 112299546 A、CN 112680246 A等,但现有的超临界水反应釜均是圆柱的厚壁筒形结构,结构单一,其主要缺点如下:

[0004] 1、无法对样品进行应力加载,不能实现原岩应力条件的超临界水热解反应;

[0005] 2、无法实现分级加热;

[0006] 3、油气水完全混合,不能同步实时分离;

[0007] 4、釜内输入氧气后其迅速垂直上升,与圆柱体反应釜顶部生成的热解气混合而产生爆炸风险。

发明内容

[0008] 本发明克服了现有技术的不足,提出L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置及使用方法,解决有机岩超临界水氧反应装置目前无法加载、无法分级加热、易爆炸等问题。

[0009] 为了达到上述目的,本发明是通过如下技术方案实现的。

[0010] L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,包括并接L型反应釜、超临界水发生系统、轴向传压杆、孔隙压施加系统、注氧系统、排水(盐)系统和油气冷凝与收集系统;

[0011] 所述并接L型反应釜包括直筒反应釜和L型反应釜,且两者并接位置设置有垫片,所述直筒反应釜的区域为超临界水氧反应区,所述直筒反应釜的内部靠近垫片的位置设有卡环,所述卡环上设有多孔板,所述直筒反应釜的釜体上连接有第四热电偶、第五热电偶、第六热电偶,且外表面包裹有保温层,

[0012] 所述轴向传压杆设在所述直筒反应釜内,并通过第一法兰相连接,所述轴向传压

杆设在所述直筒反应釜内的一端设有凹槽,所述凹槽与所述多孔板之间的区域构成超临界水氧反应区,所述超临界水氧反应区内填充热解样品,所述热解样品与所述直筒反应釜之间设有盘根,所述多孔板与所述L型反应釜的横边釜体侧之间区域为高温油水区,L型反应釜的纵边釜体侧为低温气体区;

[0013] 所述高温油水区的L型反应釜的釜体的底部设有排水(盐)孔,并与所述排水(盐)系统相连接,所述直筒反应釜靠近多孔板的位置设有第二热电偶和压力传感器,所述的排水(盐)系统包括第二背压阀、阀门、第二换热器和水槽;

[0014] 所述轴向传动杆的一侧设有超临界水注入腔,并与所述超临界水发生系统相连,另一侧设有进气腔,并与所述注氧系统相连,所述轴向传压杆上设置有水循环冷却腔;所述超临界水发生系统包括水泵、第一单向阀、超临界水发生器和第三单向阀,用于当热解样品缺水时通过超临界水注入腔向热解样品注水;所述的注氧系统包括氧气瓶和第三单向阀,用于当热解样品开始产生油气产物后通过进气腔向热解样品注入氧气;

[0015] 所述L型反应釜上与所述直筒反应釜的轴线齐平处设有孔,并与所述孔隙压施加系统相连接,所述孔隙压施加系统与所述L型反应釜的连接位置上方设有液位计,且液位计的底部与所述L型反应釜的拐角位置齐平,所述L型反应釜的中上部设有第三热电偶,顶端设有第二法兰,所述第二法兰上设有安全阀,所述的油气冷凝与收集系统包括气水冷凝收集装置和油水冷凝收集装置,所述气水冷凝收集装置包括第一背压阀、第一换热器和汽水分离装置,所述油水冷凝收集装置包括第三背压阀、第三换热器和油槽,所述第二法兰上设有孔,并与所述气水冷凝收集装置相连通,所述油水冷凝收集装置设在所述低温气体区的L型反应釜的釜体下部;所述低温气体区的L型反应釜的釜体上设有多级水循环冷却腔,所述的孔隙压施加系统包括氮气气瓶、压力表和第四单向阀,用于在热解试验进行前向并接L型反应釜内部注入孔隙压力。

[0016] 进一步的,所述直筒反应釜的内部靠近垫片的位置焊接有卡环。

[0017] 进一步的,所述超临界水氧反应区的长度为200mm~500mm,分为I区、II区和III区分段加热,热解过程中,I区温度最高,首先作为热解区,II区和III区作为预热区;注氧后I区作为氧化放热区,II区作为热解区,III区作为预热区;II区热解完成后作为氧化放热区,III区作为热解区。

[0018] 进一步的,所述热解样品为含裂隙柱状有机类岩石,外径小于直筒反应釜的釜体内径。

[0019] 进一步的,所述空隙压力大于22.05MPa。

[0020] 进一步的,所述第三背压阀与所述L型反应釜的釜体相连接的水平管线高于所述液位计的底端位置。

[0021] 本发明相对于现有技术所产生的有益效果为。

[0022] 本发明通过设计L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的反应装置可以充分模拟超临界水原位热解压裂裂隙储层的过程,探究超临界水与氧协同热解柱状含裂隙有机类岩石的机理和反应特征,从而为现场实际提供理论依据。具有以下优点:

[0023] 1.可以保证含裂隙岩石所处的热解环境为超临界环境;

[0024] 2.能够分段加热,可实现有机岩分区域的超临界水氧热解反应;

[0025] 3.通过注氧系统向热解后的样品中注入氧气,超临界水反应区为水平放置,氧气

在水平段流动缓慢,保证与有机岩反应充分,极大降低了爆炸风险;

[0026] 4. 油气水可以实时高效分离。

附图说明

[0027] 下面结合附图对本发明做进一步描述:

[0028] 图1是本发明所述反应装置的结构示意图;

[0029] 图2是本发明所述反应装置的分区原理结构示意图;

[0030] 图3是轴向传压杆正视图;

[0031] 图4是轴向传压杆侧视图;

[0032] 图中:1—水泵;2—第一单向阀;3—轴向传压杆;4—垫片;5—第二单向阀;6—氧气瓶;7—水循环冷却腔;8—第一法兰;9—盘根;10—保温层;11—第二热电偶;12—压力传感器;13—超临界水发生器;14—卡环;15—多孔板;16—第三热电偶;17—安全阀;18—第一换热器;19—气水分离装置;20—液位计;21—第二法兰;22—第二换热器;23—水槽;24—第四热电偶;25—第五热电偶;26—第六热电偶;27—超临界水注入腔;28—进气腔;29—第一背压阀;30—第二背压阀;31—热解样品;32—阀门;33—第三单向阀;34—直筒反应釜;35—L型反应釜;36—第四单向阀;37—压力表;38—氮气瓶;39—凹槽;40—第三背压阀;41—第三换热器;42—油槽;43—多级水循环冷却腔;44—超临界水氧反应区;45—高温油水区;46—低温气体区;47—气水分界面;48—I区;49—II区;50—III区。

具体实施方式

[0033] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,结合实施例和附图,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。下面结合实施例及附图详细说明本发明的技术方案,但保护范围不被此限制。

[0034] L型柱状有机岩超临界水与氧协同热解的装置,包括并接L型反应釜、超临界水发生系统、轴向传压杆3、孔隙压施加系统、注氧系统、排水(盐)系统和油气冷凝与收集系统;

[0035] 并接L型反应釜包括直筒反应釜34和L型反应釜35,且两者并接位置设置有垫片4,直筒反应釜34的区域为超临界水氧反应区44,直筒反应釜34的内部靠近垫片4的位置设有卡环14,卡环14上设有多孔板15,直筒反应釜34的釜体上连接有第四热电偶24、第五热电偶25、第六热电偶26,且外表面包裹有保温层10,

[0036] 轴向传压杆3设在直筒反应釜34内,并通过第一法兰8相连接,轴向传压杆3设在直筒反应釜34内的一端设有凹槽39,凹槽39与多孔板15之间的区域构成超临界水氧反应区44,超临界水氧反应区44内填充热解样品31,热解样品31与直筒反应釜34之间设有盘根9,多孔板15与L型反应釜35的横边釜体侧之间区域为高温油水区45,L型反应釜35的纵边釜体侧为低温气体区46;

[0037] 高温油水区45的L型反应釜35的釜体的底部设有排水(盐)孔,并与排水(盐)系统相连接,直筒反应釜34靠近多孔板15的位置设有第二热电偶11和压力传感器12,排水(盐)系统包括第二背压阀30、阀门32、第二换热器22和水槽23;

[0038] 轴向传动杆的一侧设有超临界水注入腔27,并与超临界水发生系统相连,另一侧

设有进气腔28,并与注氧系统相连,轴向传压杆3上设置有水循环冷却腔7;超临界水发生系统包括水泵1、第一单向阀2、超临界水发生器13和第三单向阀33,用于当热解样品31缺水时通过超临界水注入腔27向热解样品31注水;注氧系统包括氧气瓶6和第二单向阀5,用于当热解样品31开始产生油气产物后通过进气腔28向热解样品31注入氧气;

[0039] L型反应釜35上与直筒反应釜34的轴线齐平处设有孔,并与孔隙压施加系统相连接,孔隙压施加系统与L型反应釜35的连接位置上方设有液位计20,且液位计20的底部与L型反应釜35的拐角位置齐平,L型反应釜35的中上部设有第三热电偶16,顶端设有第二法兰21,第二法兰21上设有安全阀17,油气冷凝与收集系统包括气水冷凝收集装置和油水冷凝收集装置,气水冷凝收集装置包括第一背压阀29、第一换热器18和气水分离装置19,油水冷凝收集装置包括第三背压阀40、第三换热器41和油槽42,第二法兰21上设有孔,并与气水冷凝收集装置相连接,油水冷凝收集装置设在低温气体区46的L型反应釜35的釜体下部;低温气体区46的L型反应釜35的釜体上设有多级水循环冷却腔437,孔隙压施加系统包括氮气瓶38、压力表37和第四单向阀36,用于在热解试验进行前向并接L型反应釜35内部注入孔隙压力。

[0040] 进一步的,直筒反应釜34的内部靠近垫片4的位置焊接有卡环14。

[0041] 进一步的,超临界水氧反应区44的长度为200mm~500mm,分为I区48、II区4948和III区504948分段加热,热解过程中,I区48温度最高,首先作为热解区,II区4948和III区504948作为预热区;注氧后I区48作为氧化放热区,II区4948作为热解区,III区504948作为预热区;II区4948热解完成后作为氧化放热区,III区504948作为热解区。

[0042] 进一步的,热解样品31为含裂隙柱状有机类岩石,外径小于直筒反应釜34的釜体内径。

[0043] 进一步的,空隙压力大于22.05MPa。

[0044] 进一步的,第三背压阀40与L型反应釜35的釜体相连接的水平管线高于液位计20的底端位置。

[0045] 实施例1

[0046] 当矿层埋深为900m,注热温度为400℃,本发明的反应装置的具体操作步骤为:

[0047] 1、在直筒反应釜34的卡环14上放置多孔板15,并填充放置柱状含裂隙有机类岩石,同时将耐高温盘根9紧密填充于热解样品31与直筒反应釜34间隙;

[0048] 2、固定高温高压第一法兰8,通过轴向传压杆3底部的凹槽39挤压盘根(9),对块状样品施加23.4MPa的压力;

[0049] 3、将直筒反应釜34、L型反应釜35、排水(盐)系统以及油气冷凝与收集系统相连,设置耐高温的第一背压阀29、第二背压阀30、第三背压阀33的压力均为23.4MPa,安全阀17的压力设定为30MPa;

[0050] 4、通过孔隙压施加系统向高温高压并接反应釜内部注入23.4MPa的孔隙压力;

[0051] 5、在直筒反应釜34外层包裹保温层10,同时与超临界水发生系统、注氧系统相连,在水循环冷却腔7、多级水循环冷却腔43中通入循环水;

[0052] 6、通过超临界水发生器13制备压力23.4MPa、温度400℃的超临界水,将其注入到热解样品31内部,在样品加热过程中,观察气水分离装置19出口是否有气体产物产出,当持续有气体产物产出时,一段时间后停止注入超临界水,充分利用L型反应釜35内的回水对样

品补充水分,通过注氧系统向样品内注入氧气,使得氧气与超临界水氧反应区I区的热解残碳发生反应释放热量,从而作为II区样品热解的热量来源,同时监测第二热电偶11、第三热电偶16、第四热电偶24、第五热电偶25和第六热电偶26的温度变化,根据温度变化合理降低超临界水发生器的制备温度;

[0053] 7、交替进行超临界水的注入工作以及注氧工作,当汽水界面处于可视范围内时,通过油水冷凝收集装置收集油水,收集到的油水处于油槽42中,当汽水界面过低时,向样品31内注入超临界水,从而使得汽水界面始终保持在液位计20的可观测段;

[0054] 8、待气水分离装置19出口无法采出气体、液位计20气水界面没有油层时试验停止,打开耐高温高压阀门32,排放污水和盐。待并接高温高压反应釜的温度降低到室温,将直筒反应釜34和L型反应釜35拆分,取出热解样品31,试验完成。

[0055] 实施例2

[0056] 当矿层埋深为1200m,注热温度为380℃,本发明的反应装置的具体操作步骤为:

[0057] 1、在直筒反应釜34的卡环14上放置多孔板15,在多孔板15上放置柱状含裂隙有机类岩石31,同时将耐高温盘根)紧密填充于热解样品31与直筒反应釜34间隙;

[0058] 2、固定高温高压第一法兰8,通过轴向传压杆3底部的凹槽39挤压盘根9,对块状样品施加30MPa的压力;

[0059] 3、将直筒反应釜34、L型反应釜35、排水(盐)系统以及油气冷凝与收集系统相连,设置耐高温的第一背压阀29、第二背压阀30、第三背压阀33的压力均为30MPa,安全阀17的压力设定为35MPa;

[0060] 4、通过孔隙压施加系统向并接高温高压反应釜内部注入30MPa的孔隙压力;

[0061] 5、在直筒反应釜34外层包裹保温层10,同时与超临界水发生系统、注氧系统相连,在水循环冷却腔7、多级水循环冷却腔43中通入循环水;

[0062] 6、通过超临界水发生器13制备压力30MPa、温度380℃的超临界水,将其注入到热解样品31内部,在样品加热过程中,观察气水分离装置19出口是否有气体产物产出,当持续有气体产物产出时,一段时间后停止注入超临界水,充分利用L型反应釜35内的回水对样品补充水分,通过注氧系统向样品内注入氧气,使得氧气与超临界水氧反应区I区的热解残碳发生反应释放热量,从而作为II区样品热解的热量来源,同时监测第二热电偶11、第三热电偶16、第四热电偶24、第五热电偶25和第六热电偶26的温度变化,根据温度变化合理降低超临界水发生器的制备温度;

[0063] 7、交替进行超临界水的注入工作以及注氧工作,当汽水界面处于可视范围内时,通过油水冷凝收集装置收集油水,收集到的油水处于油槽42中,当汽水界面过低时,向样品31内注入超临界水,从而使得汽水界面始终保持在液位计20的可观测段;

[0064] 8、待气水分离装置19出口无法采出气体、液位计20气水界面没有油层时试验停止,打开耐高温高压阀门32,排放污水和盐。待并接高温高压反应釜的温度降低到室温,将直筒反应釜34和L型反应釜35拆分,取出热解样品31,试验完成。

[0065] 本发明可实现超临界水的分级反应,用于模拟超临界水原位高效热解压裂裂隙有机质岩石同时可以实时开采油气的过程和特征,适用于矿层埋深大于882m的环境,注热温度需大于374.3℃,在具体操作时,反应装置中各处的压力、温度等参数值根据矿深深度和注热温度作适应性调整,其中,第一背压阀29、第二背压阀30、第三背压阀33的设定压力要

高于22.05MPa。

[0066] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所做的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明的前提下,还可以做出若干简单的推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定专利保护范围。

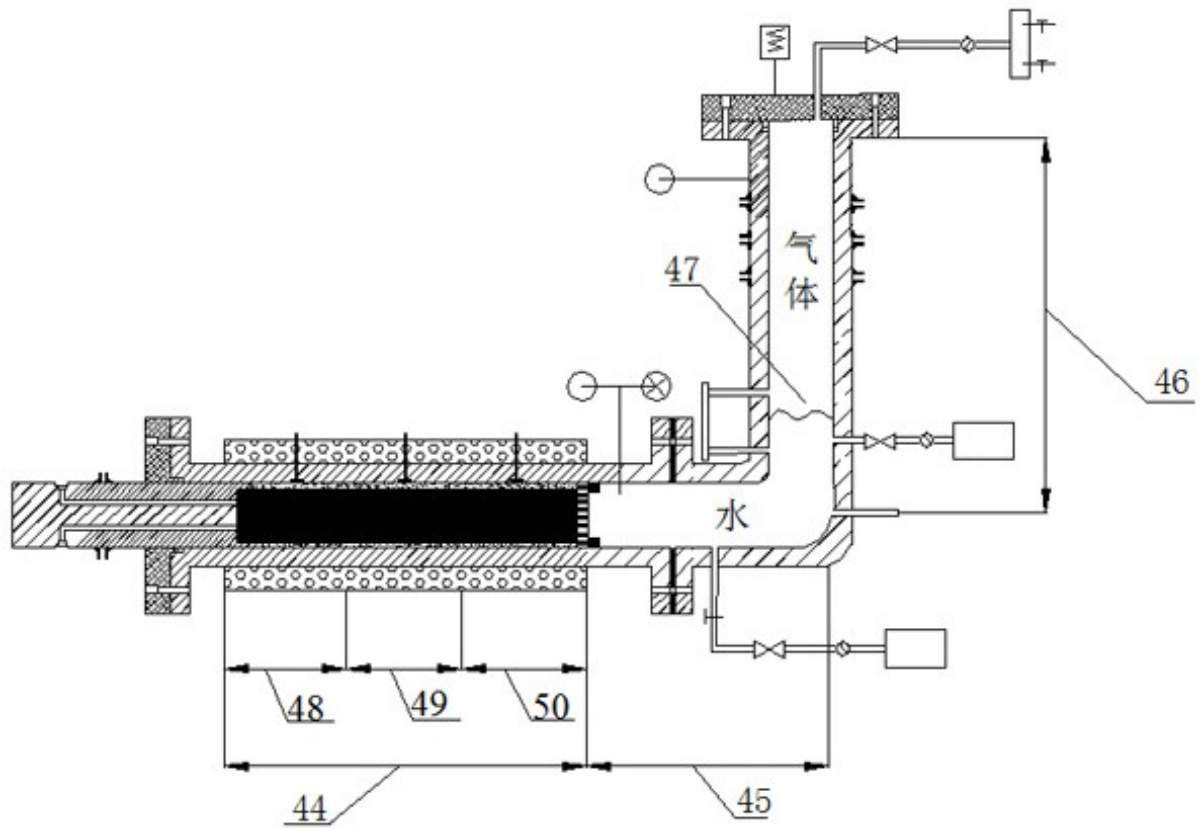


图2

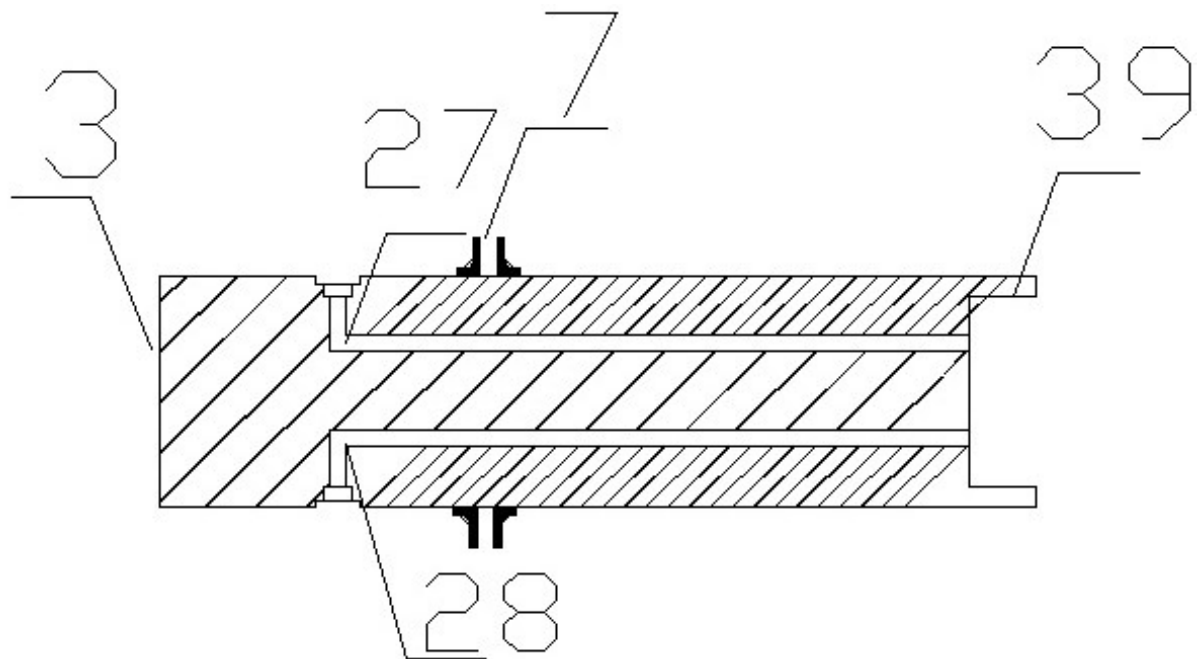


图3

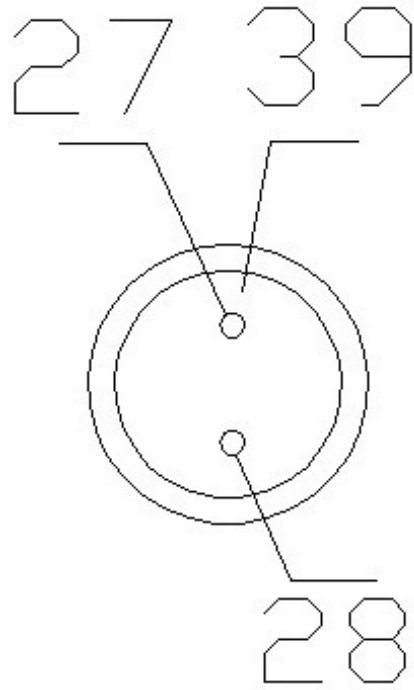


图4