(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116298185 A
(43)申请公布日 2023.06.23

(21)申请号 202211733222.5

(22)申请日 2022.12.30

(71)申请人 国能神东煤炭集团有限责任公司
地址 017219 内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗乌兰木伦镇上湾金龙路北
申请人 中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司

(72)发明人 刘刚 张伟龙 李雪佳 刘小庆 王亚军

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
专利代理师 刘鑫

(51)Int.Cl.
G01N 33/24(2006.01)

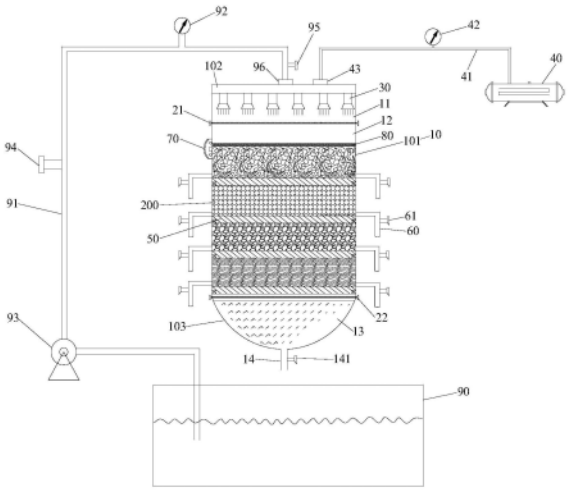
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

实验装置

(57)摘要

本发明提供了一种实验装置，其包括罐体、第一密封件、喷头、加压部件、取液管以及多个载料板；罐体的内部密封腔体包括第一容纳腔和位于第一容纳腔的下方的第二容纳腔；第一密封件可活动地设置在第一容纳腔和第二容纳腔之间，以使第一容纳腔和第二容纳腔连通或断开；喷头设置在第一容纳腔内；加压部件的出气口与第一容纳腔连通；多个载料板沿竖直方向间隔设置在第二容纳腔内，以将第二容纳腔划分成多个腔段；多个腔段用于与多个模拟材料一一对应地设置，各个腔段用于容纳相应的模拟材料；各个载料板上均设置有渗透孔；各个腔段用于与至少一个取液管的第一管口连接并连通。本申请的实验装置解决了现实条件下研究水岩耦合作用过程的局限性问题。



CN 116298185 A

1.一种实验装置,其特征在于,包括:

罐体(10),所述罐体(10)具有内部密封腔体,所述内部密封腔体包括第一容纳腔(11)和位于所述第一容纳腔(11)的下方的第二容纳腔(12);

第一密封件(21),所述第一密封件(21)可活动地设置在所述第一容纳腔(11)和所述第二容纳腔(12)之间,以使所述第一容纳腔(11)和所述第二容纳腔(12)连通或断开;

喷头(30),所述喷头(30)设置在所述第一容纳腔(11)内;

加压部件(40),所述加压部件(40)的出气口与所述第一容纳腔(11)连通;

多个载料板(50),多个所述载料板(50)沿竖直方向间隔设置在所述第二容纳腔(12)内,以将所述第二容纳腔(12)划分成多个腔段;多个所述腔段用于与多个模拟材料(200)一一对应地设置,各个所述腔段用于容纳相应的所述模拟材料(200);各个所述载料板(50)上均设置有渗透孔(51);

取液管(60),所述取液管(60)位于所述罐体(10)的外侧并可通断地设置,各个所述腔段用于与至少一个所述取液管(60)的第一管口连接并连通。

2.根据权利要求1所述的实验装置,其特征在于,

所述取液管(60)上设置有第一通断阀(61),以控制所述取液管(60)的通断;和/或

所述实验装置还包括温控系统(70),所述温控系统(70)的至少部分设置在所述第二容纳腔(12)内,以检测和控制所述第二容纳腔(12)内的温度。

3.根据权利要求1所述的实验装置,其特征在于,所述实验装置还包括盖板(80),所述盖板(80)用于盖设在多个所述腔段中的位于顶部的腔段内的模拟材料(200)上,所述盖板(80)上设置有透液孔。

4.根据权利要求1所述的实验装置,其特征在于,所述内部密封腔体还包括位于所述第二容纳腔(12)下方的第三容纳腔(13),所述实验装置还包括第二密封件(22),所述第二密封件(22)可活动地设置在所述第三容纳腔(13)和所述第二容纳腔(12)之间,以使所述第三容纳腔(13)和所述第二容纳腔(12)连通或断开。

5.根据权利要求1所述的实验装置,其特征在于,

所述罐体(10)包括罐本体(101)和顶部封盖(102),所述喷头(30)安装在所述顶部封盖(102)上;和/或

所述喷头(30)为多个,多个所述喷头(30)间隔设置。

6.根据权利要求1所述的实验装置,其特征在于,所述实验装置还包括:

供液管(91)和储液池(90),所述供液管(91)的第一管口与所述喷头(30)的进液口连接并连通,所述供液管(91)的第二管口伸入所述储液池(90)内的液体中;其中,所述供液管(91)上设置有承压阀门(95)。

7.根据权利要求6所述的实验装置,其特征在于,所述供液管(91)上设置有流量计(92)和/或抽液泵(93)。

8.根据权利要求1所述的实验装置,其特征在于,所述实验装置还包括供气管(41),所述供气管(41)的第一管口与所述加压部件(40)的出气口连接并连通,所述供气管(41)的第二管口与所述第一容纳腔(11)连通;其中,所述供气管(41)上设置有压力计(42)。

9.根据权利要求4所述的实验装置,其特征在于,所述罐体(10)的底部设置有与所述第三容纳腔(13)连通的排液孔,所述实验装置还包括与所述排液孔连接并连通的排液管

(14),所述排液管(14)上设置有第三通断阀(141)。

10.根据权利要求1所述的实验装置,其特征在于,各个所述载料板(50)上均设置有多个间隔分布的渗透孔(51)。

实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及水岩耦合技术领域，具体而言，涉及一种实验装置。

背景技术

[0002] 水岩耦合作用是水体在地层内运移过程中发生的化学与力学交互作用下产生的水质变化过程，该过程以水岩系统内在驱动力为初始动力，在经历一系列水岩交融，组分交换条件下，发生的水体自然净化过程。

[0003] 在现实研究过程中，受现实因素和条件的限制，导致地层内部水岩耦合净化机理研究难以实现客观的观测与研究，特别是地层内部水岩耦合在承压状态下的耦合过程难以观测研究。因此，借助实验装置模拟岩层结构实现对水岩耦合作用下水体净化研究十分必要。

[0004] 目前，还没有一种实验设备可以模拟地层岩体结构，模拟水岩耦合作用过程，并且能够研究水体途经不同岩体、土层阶段，实现实时监测与水质变化分析。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种实验装置，以解决现实条件下研究水岩耦合作用过程的局限性问题。

[0006] 为了实现上述目的，本发明提供了一种实验装置，其包括：罐体，罐体具有内部密封腔体，内部密封腔体包括第一容纳腔和位于第一容纳腔的下方的第二容纳腔；第一密封件，第一密封件可活动地设置在第一容纳腔和第二容纳腔之间，以使第一容纳腔和第二容纳腔连通或断开；喷头，喷头设置在第一容纳腔内；加压部件，加压部件的出气口与第一容纳腔连通；多个载料板，多个载料板沿竖直方向间隔设置在第二容纳腔内，以将第二容纳腔划分成多个腔段；多个腔段用于与多个模拟材料一一对应地设置，各个腔段用于容纳相应的模拟材料；各个载料板上均设置有渗透孔；取液管，取液管位于罐体的外侧并可通断地设置，各个腔段用于与至少一个取液管的第一管口连接并连通。

[0007] 进一步地，取液管上设置有第一通断阀，以控制取液管的通断；和/或实验装置还包括温控系统，温控系统的至少部分设置在第二容纳腔内，以检测和控制第二容纳腔内的温度。

[0008] 进一步地，实验装置还包括盖板，盖板用于盖设在多个腔段中的位于顶部的腔段内的模拟材料上，盖板上设置有透液孔。

[0009] 进一步地，内部密封腔体还包括位于第二容纳腔下方的第三容纳腔，实验装置还包括第二密封件，第二密封件可活动地设置在第三容纳腔和第二容纳腔之间，以使第三容纳腔和第二容纳腔连通或断开。

[0010] 进一步地，罐体包括罐本体和顶部封盖，喷头安装在顶部封盖上；和/或喷头为多个，多个喷头间隔设置。

[0011] 进一步地，实验装置还包括：供液管和储液池，供液管的第一管口与喷头的进液口

连接并连通，供液管的第二管口伸入储液池内的液体中；其中，供液管上设置有承压阀门。

[0012] 进一步地，供液管上设置有流量计和/或抽液泵。

[0013] 进一步地，实验装置还包括供气管，供气管的第一管口与加压部件的出气口连接并连通，供气管的第二管口与第一容纳腔连通；其中，供气管上设置有压力计。

[0014] 进一步地，罐体的底部设置有与第三容纳腔连通的排液孔，实验装置还包括与排液孔连接并连通的排液管，排液管上设置有第三通断阀。

[0015] 进一步地，各个载料板上均设置有多个间隔分布的渗透孔。

[0016] 应用本发明的技术方案，实验装置包括罐体、第一密封件、喷头、加压部件、取液管以及多个载料板；罐体具有内部密封腔体，内部密封腔体包括第一容纳腔和位于第一容纳腔的下方的第二容纳腔；第一密封件可活动地设置在第一容纳腔和第二容纳腔之间，以使第一容纳腔和第二容纳腔连通或断开；喷头设置在第一容纳腔内；加压部件具有出气口，加压部件的出气口与第一容纳腔连通；多个载料板沿竖直方向间隔设置在第二容纳腔内，以将第二容纳腔划分成多个腔段；多个腔段用于与多个模拟材料一一对应地设置，各个腔段用于容纳相应的模拟材料；各个载料板上均设置有渗透孔，以使相邻两个腔段连通，进而在任意相邻两个腔段中，相邻两个腔段分别为上方腔段和下方腔段，使上方腔段内的液体经过模拟材料后，由相邻两个腔段之间的载料板上的渗透孔流至下方腔段内；取液管位于罐体的外侧并可通断地设置，各个腔段用于与至少一个取液管的第一管口连接并连通，各个取液管的第二管口为其取液出口；即实验装置包括多个取液管组，多个取液管组与多个腔段一一对应地设置，各个取液管组包括至少一个取液管，各个取液管组的取液管的第一管口与相应的腔段连接并连通。

[0017] 使第一容纳腔和第二容纳腔连通，通过喷头向第二容纳腔内喷射液体，以使喷头喷射出的液体依次经过多个腔段，即依次经过多个腔段内的模拟材料，依次经过多个腔段后的液体为最终液体。当第一容纳腔和第二容纳腔断开时，通过加压部件的出气口向第一容纳腔内通入气体，以检验罐体的气密性；当第一容纳腔和第二容纳腔连通时，通过加压部件的出气口向第二容纳腔内通入气体，以增加第二容纳腔内的压力。

[0018] 通过各个取液管以获取相应的腔段内的过滤液，其中，每个腔段内的过滤液是指进入该腔段内的液体在流经该腔段内的模拟材料后形成的液体。

[0019] 本申请的实验装置可以采用相似模拟岩体与水体进行耦合过程，实现对地层结构内部水岩耦合作用过程的研究，有效解决了现实条件下研究水岩耦合作用过程的局限性问题。

附图说明

[0020] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0021] 图1示出了根据本发明的实验装置的结构示意图；

[0022] 图2示出了图1中的实验装置的罐体的俯视结构图；

[0023] 图3示出了图1中的实验装置的顶部封盖的结构示意图；

[0024] 图4示出了图1中的实验装置的载料板的结构示意图；

[0025] 图5示出了图4中的实验装置的载料板的侧视图。

[0026] 其中，上述附图包括以下附图标记：

[0027] 10、罐体；101、罐本体；102、顶部封盖；1021、连通开口；103、底部封盖；11、第一容纳腔；12、第二容纳腔；13、第三容纳腔；14、排液管；141、第三通断阀；21、第一密封件；22、第二密封件；30、喷头；40、加压部件；41、供气管；42、压力计；43、第二连接件；50、载料板；51、渗透孔；60、取液管；61、第一通断阀；70、温控系统；80、盖板；90、储液池；91、供液管；92、流量计；93、抽液泵；94、第二通断阀；95、承压阀门；96、第一连接件；

[0028] 200、模拟材料。

具体实施方式

[0029] 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组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0030] 应该指出，以下详细说明都是例示性的，旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明，本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0031] 需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0032] 本发明提供了一种用于模拟地层水岩耦合净化过程的实验装置，请参考图1至图5，实验装置包括罐体10、第一密封件21、喷头30、加压部件40、取液管60以及多个载料板50；罐体10具有内部密封腔体，内部密封腔体包括第一容纳腔11和位于第一容纳腔11的下方的第二容纳腔12；第一密封件21可活动地设置在第一容纳腔11和第二容纳腔12之间，以使第一容纳腔11和第二容纳腔12连通或断开；喷头30设置在第一容纳腔11内；加压部件40具有出气口，加压部件40的出气口与第一容纳腔11连通；多个载料板50沿竖直方向间隔设置在第二容纳腔12内，以将第二容纳腔12划分成多个腔段；多个腔段用于与多个模拟材料200一一对应地设置，各个腔段用于容纳相应的模拟材料200；各个载料板50上均设置有渗透孔51，以使相邻两个腔段连通，进而在任意相邻两个腔段中，相邻两个腔段分别为上方腔段和下方腔段，使上方腔段内的液体经过模拟材料200后，由相邻两个腔段之间的载料板50上的渗透孔51流至下方腔段内；取液管60位于罐体10的外侧并可通断地设置，各个腔段用于与至少一个取液管60的第一管口连接并连通，各个取液管60的第二管口为其取液出口；即实验装置包括多个取液管组，多个取液管组与多个腔段一一对应地设置，各个取液管组包括至少一个取液管60，各个取液管组的取液管60的第一管口与相应的腔段连接并连通。

[0033] 使第一容纳腔11和第二容纳腔12连通，通过喷头30向第二容纳腔12内喷射液体，以使喷头喷射出的液体依次经过多个腔段，即依次经过多个腔段内的模拟材料200；依次经过多个腔段后的液体为最终液体。当第一容纳腔11和第二容纳腔12断开时，通过加压部件40的出气口向第一容纳腔11内通入气体，以检验罐体10的气密性；当第一容纳腔11和第二容纳腔12连通时，通过加压部件40的出气口向第二容纳腔12内通入气体，以增加第二容纳腔12内的压力。

[0034] 通过各个取液管60以获取相应的腔段内的过滤液，其中，每个腔段内的过滤液是

指进入该腔段内的液体在流经该腔段内的模拟材料200后形成的液体。

[0035] 本申请的实验装置可以采用相似模拟岩体与水体进行耦合过程，实现对地层结构内部水岩耦合作用过程的研究，有效解决了现实条件下研究水岩耦合作用过程的局限性问题。并且，大大降低了现实条件下所消耗的人力、物力资源。另外，采用本申请的实验装置进行模拟，能够等比例还原现场实验的准确率。

[0036] 具体地，加压部件40的出气口排出的气体为惰性气体，以防止对通入第二容纳腔12内的液体造成污染，影响实验效果；可选地，加压部件40的出气口排出的气体为氮气。

[0037] 具体地，每个腔段的竖直高度根据相应的模拟材料200的厚度设置，模拟材料200的厚度方向与竖直方向平行。

[0038] 可选地，模拟材料200为模拟岩体材料或过滤材料，即模拟材料200为与岩体力学强度及岩性性质相似的模拟材料；本申请的实验装置为一种模拟岩层裂隙水在岩体结构内运移过程中发生的水岩耦合净化作用过程的实验装置，本申请的实验装置可以模拟岩层构造内不同岩土与水之间在一定的压力和温度条件下，发生离子交换、吸附、过滤以及其它理化作用的现象，以用于研究水体在经过不同岩体构造时的水岩耦合作用过程。多个模拟材料200的厚度不同，多个模拟材料200的强度不同。

[0039] 具体地，喷头30的喷口朝下设置，以使喷头30通过喷口向下喷射液体或雾化液。

[0040] 具体地，罐体10沿竖直方向延伸设置，内部密封腔体沿竖直方向延伸设置；内部密封腔体为柱形腔。

[0041] 具体地，各个载料板50的两个板面均沿竖直方向分布，各个载料板50上的渗透孔51均沿竖直方向贯穿该载料板50。

[0042] 具体地，各个载料板50上均设置有多个间隔分布的渗透孔51。可选地，各个载料板50上的部分渗透孔51的孔心线与竖直方向呈锐角设置，即各个载料板50上的部分渗透孔51相对于竖直方向倾斜设置。

[0043] 具体地，取液管60采用高强度不锈钢管材。

[0044] 如图1所示，各个取液管组包括两个取液管60，各个取液管组的多个取液管60的第一管口均与相应的腔段连接并连通。载料板50为四个。

[0045] 在本实施例中，各个取液管60位于相应的腔段的下部。

[0046] 在本实施例中，对于每个取液管60，取液管60上设置有第一通断阀61，以控制取液管60的通断，并控制取液管60内的液体流量大小。

[0047] 在本实施例中，实验装置还包括温控系统70，温控系统70的至少部分设置在第二容纳腔12内，以实时检测和控制第二容纳腔12内的温度。

[0048] 具体地，温控系统70包括温度传感器、控温系统和温度显示器，温度传感器的至少部分设置在第二容纳腔12内，以检测第二容纳腔12内的实时温度；温度传感器与控温系统通讯连接，以使控温系统获取温度传感器检测的温度信息；温度显示器和控温系统通讯连接，以使温度显示器显示控温系统获取的温度信息。

[0049] 在本实施例中，实验装置还包括盖板80，盖板80用于盖设在多个腔段中的位于最顶部的腔段内的模拟材料200上，盖板80上设置有透液孔，以使进入第二容纳腔12内的液体可以通过盖板80上的透液孔进入多个腔段中位于最上方的腔段内。

[0050] 具体地，盖板80的两个板面均沿竖直方向分布，透液孔沿竖直方向贯穿盖板80。

[0051] 具体地，盖板80上设置有多个间隔分布的透液孔。

[0052] 在本实施例中，内部密封腔体还包括位于第二容纳腔12下方的第三容纳腔13，实验装置还包括第二密封件22，第二密封件22可活动地设置在第三容纳腔13和第二容纳腔12之间，以使第三容纳腔13和第二容纳腔12连通或断开。当第三容纳腔13和第二容纳腔12连通时，最终液体进入第三容纳腔13内。

[0053] 在本实施例中，罐体10包括相互连接的罐本体101和顶部封盖102，喷头30安装在顶部封盖102上。

[0054] 具体地，罐体10还包括底部封盖103，底部封盖103与罐本体101连接，底部封盖103与罐本体101可拆卸地设置；罐本体101、顶部封盖102和底部封盖103共同围成内部密封腔体。通过使底部封盖103与罐本体101可拆卸，以在实验完成后，将底部封盖103与罐本体101拆离，进而便于拆除罐本体101内的模拟材料200和载料板50，从而便于清洗实验装置。

[0055] 可选地，顶部封盖102为圆盘型封盖。

[0056] 可选地，底部封盖103为半球形。

[0057] 具体地，罐体10为不锈钢材质；可选地，罐体10采用比重不低于7.9的不锈钢材质制成；罐体10的承压能力不低于4MPa。

[0058] 可选地，内部密封腔体为圆柱形腔体，内部密封腔体的直径的取值范围为40cm至45cm。

[0059] 可选地，罐体10的高度为80cm至85cm。

[0060] 在本实施例中，喷头30为多个，多个喷头30间隔设置。

[0061] 在本实施例中，实验装置还包括供液管91和储液池90，供液管91的第一管口与喷头30的进液口连接并连通，供液管91的第二管口伸入储液池90内的液体中。

[0062] 具体地，顶部封盖102具有液体通道，供液管91的第一管口与液体通道的第一端口连接并连通，液体通道的第二端口与喷头30的进液口连接并连通；当喷头30为多个时，各个喷头30的进液口均与液体通道的第二端口连接并连通。

[0063] 进一步地，顶部封盖102上开设有多个连通开口1021，多个连通开口1021均与液体通道的第二端口连通；多个连通开口1021与多个喷头30一一对应地设置，各个连通开口1021与相应的喷头30的进液口连接并连通。可选地，连通开口1021的直径为5mm。

[0064] 具体地，实验装置还包括第一连接件96，供液管91的第一端通过第一连接件96与顶部封盖102连接；其中，第一连接件96起密封衔接的作用，避免供液管91和顶部封盖102的连接位置处漏液。

[0065] 具体地，供液管91上设置有第二通断阀94，以通过第二通断阀94控制供液管91的通断，并控制供液管91内的液体流量大小。

[0066] 具体地，供液管91上设置有流量计92。

[0067] 具体地，供液管91上设置有抽液泵93。

[0068] 具体地，供液管91上设置有承压阀门95。

[0069] 具体地，沿供液管91内的液体流动方向，第二通断阀94位于承压阀门95的上游，抽液泵93位于第二通断阀94的上游，流量计92位于承压阀门95的上游，流量计92位于第二通断阀94的下游。

[0070] 在本实施例中，实验装置还包括供气管41，供气管41的第一管口与加压部件40的

出气口连接并连通，供气管41的第二管口与第一容纳腔11连通。

[0071] 具体地，顶部封盖102具有气体通道，供气管41的第二管口与气体通道的第一端口连接并连通，气体通道的第二端口与第一容纳腔11连通。

[0072] 具体地，实验装置还包括第二连接件43，供气管41的第二端通过第二连接件43与顶部封盖102连接；其中，第二连接件43起密封衔接的作用，避免供气管41和顶部封盖102的连接位置处漏气。

[0073] 具体地，供气管41上设置有压力计42。

[0074] 在本实施例中，罐体10的底部设置有与第三容纳腔13连通的排液孔，实验装置还包括与排液孔连接并连通的排液管14，以使第三容纳腔13内的液体通过排液管14排出。

[0075] 具体地，排液管14上设置有第三通断阀141，以通过第三通断阀141控制排液管14的通断，并控制排液管14内的液体流量大小。

[0076] 具体地，排液管14的第一管口与排液孔连接并连通，排液管14的第二管口用于与收集部件的收集腔连通，以通过收集部件收集从排液管14排出的最终液体。其中，收集部件可以与储液池90为两个单独的部件；或者收集部件也可以与储液池90为同一个部件，即收集部件为储液池90。

[0077] 进一步地，收集腔的顶部开口位于排液管14的第二管口的下方。

[0078] 在本实施例中，各个阀门均采用高强度阀门，以使各个阀门均能够承受不低于4MPa的压力。

[0079] 在本实施例中，实验装置还包括加压组件，加压组件包括上述的加压部件40、压力控制系统和显示系统，加压部件40与压力控制系统通讯连接，以使压力控制系统控制加压部件40的出气口的排出压力；显示系统与压力控制系统通讯连接，显示系统用于显示加压部件40的出气口的排出压力。

[0080] 具体实施过程中，使用本申请的实验装置的实验步骤包括：

[0081] 第一步：使承压阀门95、第二通断阀94、第三通断阀141和各个取液管60上的第一通断阀61均关闭、并使第一容纳腔11和第二容纳腔12之间断开、使第三容纳腔13和第二容纳腔12之间断开；利用加压部件40向第一容纳腔11内通入气体以加压，查看压力计42的示出是否变化，以检查罐体10的整体气密性。

[0082] 第二步：使供液管91和供气管41均与顶部封盖102拆离；配置多个模拟材料200；打开顶部封盖102，从下向上，依次向罐体10内放入多个载料板50和多个模拟材料200，每放入一个模拟材料200后，需要对其进行晾晒；多个模拟材料200均铺设完毕后加盖板80；再将顶部封盖102盖在罐本体101上，再将供液管91和供气管41均与顶部封盖102连接；重复第一步，再次检验罐体10的整体气密性。

[0083] 第三步：打开第三通断阀141和承压阀门95，再打开第二通断阀94，开启抽液泵93，观察流量计92的示数，通过承压阀门95和/或承压阀门95来调节供液管91内的液体流量。

[0084] 第四步：液体经过喷头30进行均匀布水，当罐体10内的液体达到超过盖板80以上3cm的液体量后，根据实现需求选择是否开启加压部件40进行加压，并根据实现需求选择是否开启温控系统70进行控温。依靠自然渗流或者模拟地层压力作用下使得液体与模拟材料200之间发生水岩耦合净化作用，经过模拟材料200后的液体通过载料板50上的渗透孔51流向其下方的腔段内的模拟材料200。根据实验需求可打开每一个腔段的取液管60上的第一

通断阀61，获取不同层级发生水岩耦合作用后的渗滤液用于实验研究。

[0085] 第五步：待实验完毕后，关闭各路阀门和抽液泵93；如果实验过程中进行了加压则先卸掉罐体10压力；打开顶部封盖102和底部封盖103进行卸料，排掉储液池90内的废液，拆除载料板50清洗干净、晾干备用。

[0086] 从以上的描述中，可以看出，本发明上述的实施例实现了如下技术效果：

[0087] 在本发明提供的实验装置中，实验装置包括罐体10、第一密封件21、喷头30、加压部件40、取液管60以及多个载料板50；罐体10具有内部密封腔体，内部密封腔体包括第一容纳腔11和位于第一容纳腔11的下方的第二容纳腔12；第一密封件21可活动地设置在第一容纳腔11和第二容纳腔12之间，以使第一容纳腔11和第二容纳腔12连通或断开；喷头30设置在第一容纳腔11内；加压部件40具有出气口，加压部件40的出气口与第一容纳腔11连通；多个载料板50沿竖直方向间隔设置在第二容纳腔12内，以将第二容纳腔12划分成多个腔段；多个腔段用于与多个模拟材料200一一对应地设置，各个腔段用于容纳相应的模拟材料200；各个载料板50上均设置有渗透孔51，以使相邻两个腔段连通，进而在任意相邻两个腔段中，相邻两个腔段分别为上方腔段和下方腔段，使上方腔段内的液体经过模拟材料200后，由相邻两个腔段之间的载料板50上的渗透孔51流至下方腔段内；取液管60位于罐体10的外侧并可通断地设置，各个腔段用于与至少一个取液管60的第一管口连接并连通，各个取液管60的第二管口为其取液出口；即实验装置包括多个取液管组，多个取液管组与多个腔段一一对应地设置，各个取液管组包括至少一个取液管60，各个取液管组的取液管60的第一管口与相应的腔段连接并连通。

[0088] 使第一容纳腔11和第二容纳腔12连通，通过喷头30向第二容纳腔12内喷射液体，以使喷头喷射出的液体依次经过多个腔段，即依次经过多个腔段内的模拟材料200，依次经过多个腔段后的液体为最终液体。当第一容纳腔11和第二容纳腔12断开时，通过加压部件40的出气口向第一容纳腔11内通入气体，以检验罐体10的气密性；当第一容纳腔11和第二容纳腔12连通时，通过加压部件40的出气口向第二容纳腔12内通入气体，以增加第二容纳腔12内的压力。

[0089] 通过各个取液管60以获取相应的腔段内的过滤液，其中，每个腔段内的过滤液是指进入该腔段内的液体在流经该腔段内的模拟材料200后形成的液体。

[0090] 本申请的实验装置可以采用相似模拟岩体与水体进行耦合过程，实现对地层结构内部水岩耦合作用过程的研究，有效解决了现实条件下研究水岩耦合作用过程的局限性问题。

[0091] 本申请的实验装置可通过相似模拟计算进行岩层搭建，然后利用搭建的相似模型结构开展水岩耦合实验，以此，揭示受污染水体在岩层的过滤和截留作用下，发生的化学、力学机理净化过程。本申请的实验装置具备以下功能：可以模拟研究单一岩体介质与水体之间的耦合作用过程，也可以模拟研究不同岩体介质(即多层岩体)与水体之间的物化耦合作用过程；也可以模拟研究在一定压力及温度作用下，岩体与水体的净化过程；也可研究其它不同滤料介质对水体的净化作用过程，包括滤料介质对水体的截留作用、过滤能力、吸附能力等。

[0092] 需要说明的是，本申请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，以便这里描述的本申请的实施方式例如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，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。

[0093] 为了便于描述，在这里可以使用空间相对术语，如“在……之上”、“在……上方”、“在……上表面”、“上面的”等，用来描述如在图中所示的一个器件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是，空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如，如果附图中的器件被倒置，则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其他器件或构造之下”。因而，示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位(旋转90度或处于其他方位)，并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

[0094] 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。

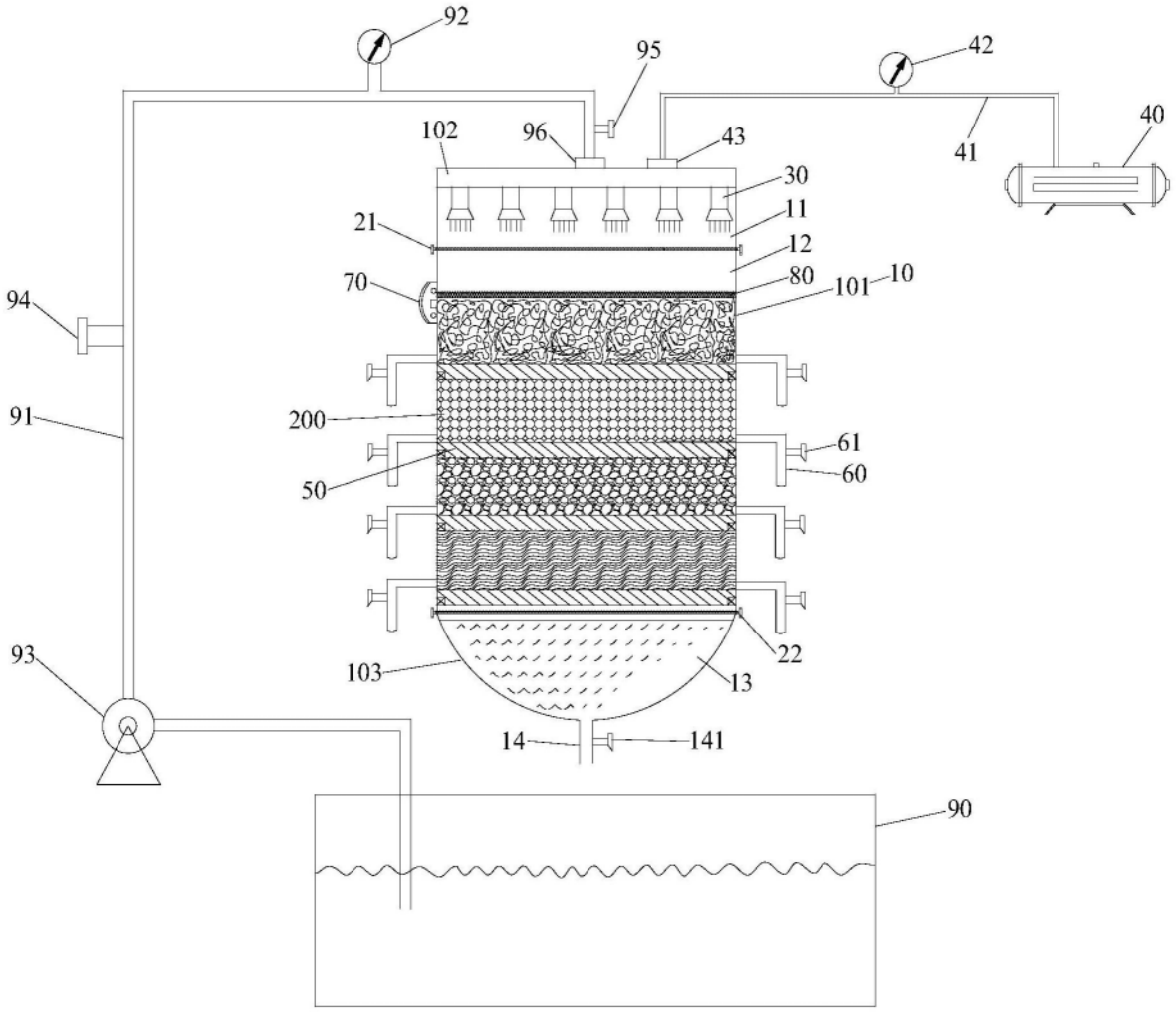

92
95
42
102
96
43
41
40
30
21
11
12
70
80
101
10
94
91
200
61
60
50
93
103
13
22
14
141
90

图1

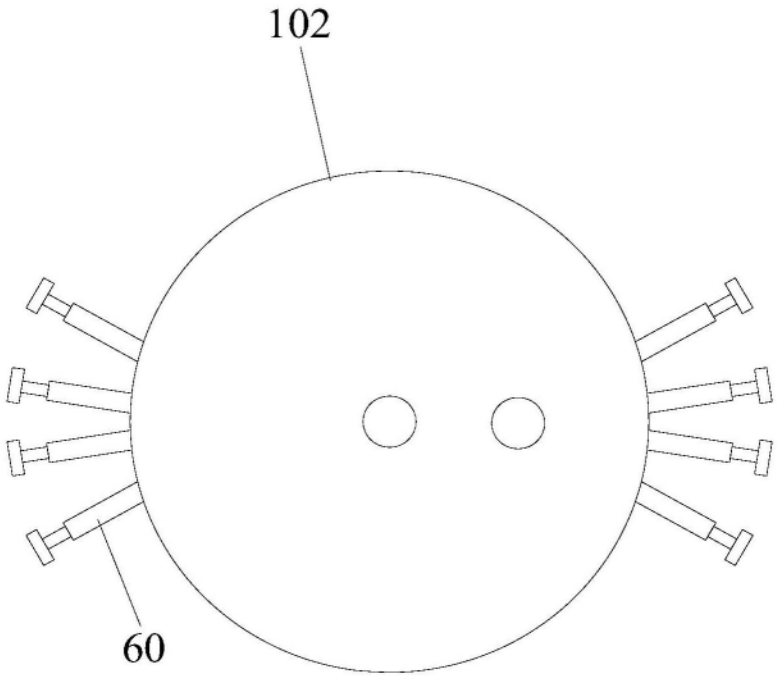


图2

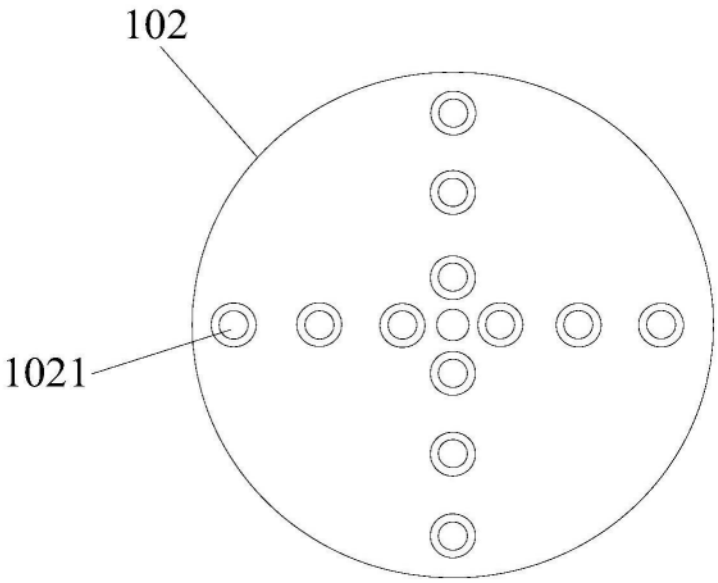


图3

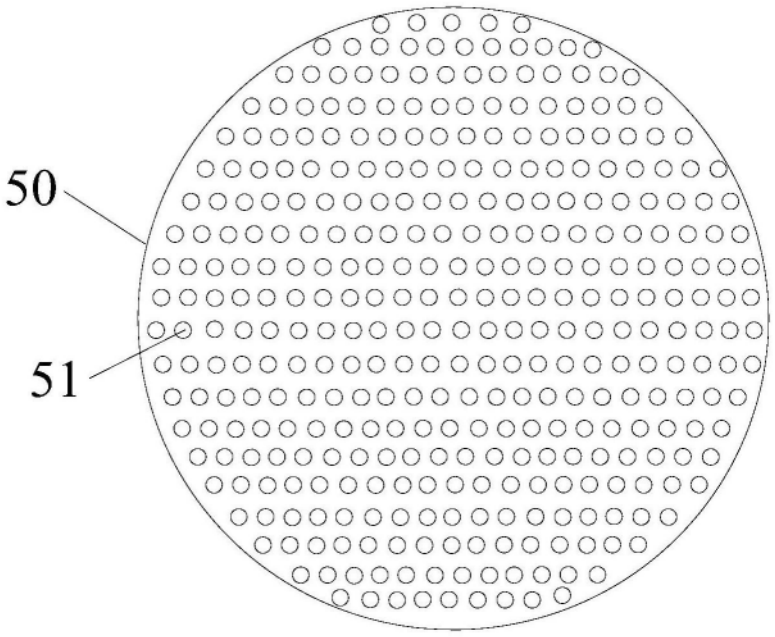


图4

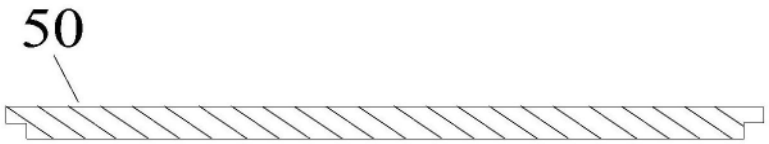


图5