(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109138950 A
(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201811080357.X

(22)申请日 2018.09.17

(71)申请人 河南工程学院
地址 451150 河南省郑州市新郑龙湖镇祥和路1号

(72)发明人 郑吉玉 周银波 曾珠 张瑞林 田坤云

(74)专利代理机构 郑州慧广知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 41160
代理人 董晓慧

(51)Int.Cl.
E21B 43/22(2006.01)
E21B 49/00(2006.01)

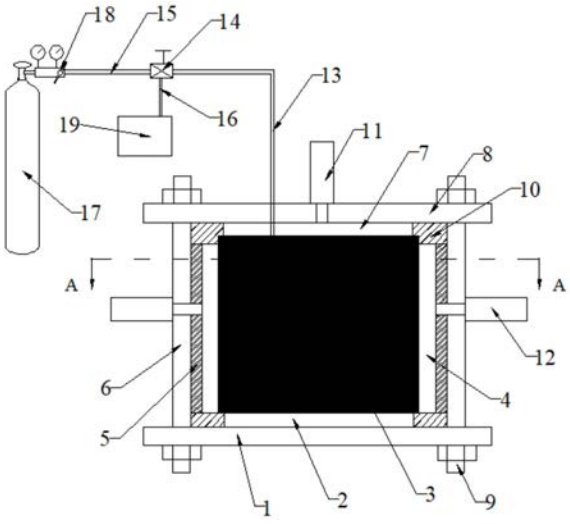
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置及方法

(57)摘要

本发明提出了一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置及方法,实验装置包括夹持器和与夹持器相连的瓦斯充气机构,夹持器包括下盖板,下盖板的上端设置有垫块,垫块的上端放置煤体试件,煤体试件的侧部分为承压侧和实验侧,承压侧从内向外依次设置有侧压板、胶套和外壁,实验侧从内向外依次设置有胶套和外壁,煤体试件的上侧设置有上压板,上压板的上端设置有上盖板,外壁上端和下端的两侧均设置有钢柱,外壁通过钢柱与对应的上盖板和下盖板相连,上压板和侧压板分别与应力加载机构相连。本发明真三轴夹持器的一侧为非承压的实验侧,便于模拟煤巷两侧煤体的应力环境,实现了微生物驱替瓦斯实验过程和效果观测。



CN 109138950 A

1.一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：包括夹持器和与夹持器相连的瓦斯充气机构，夹持器包括下盖板(1)，下盖板(1)的上端设置有垫块(2)，垫块(2)的上端放置煤体试件(3)，煤体试件(3)的侧部分为承压侧和非承压的实验侧，承压侧从内向外依次设置有侧压板(4)、胶套(5)和外壁(6)，实验侧从内向外依次设置有胶套(5)和外壁(6)，煤体试件(3)的上侧设置有上压板(7)，上压板(7)的上端设置有上盖板(8)，外壁(6)上端和下端的两侧均设置有钢柱(9)，外壁(6)通过钢柱(9)与对应的上盖板(8)和下盖板(1)相连，上压板(7)和侧压板(4)分别与应力加载机构相连。

2.根据权利要求1所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：煤体试件(3)的实验侧设置有注液孔(20)，注液孔(20)两侧沿水平直线设置有监测孔(21)，煤体试件(3)实验侧的胶套(5)和外壁(6)均设置有与注液孔(20)相配合的实验孔，以及与监测孔(21)相配合的观测孔。

3.根据权利要求2所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：注液孔(20)内设置有第一注液管(22)，注液孔(20)内壁与第一注液管(22)之间从外到内依次设置有第一水泥浆封口段(23)和密封圈(24)，密封圈(24)沿注液孔(20)轴向设置有多个，相邻密封圈(24)之间填充有遇水膨胀止水胶，每段遇水膨胀止水胶内设置有用于供水的中空针。

4.根据权利要求3所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：第一注液管(22)的进液端通过实验孔依次穿过胶套(5)和外壁(6)，与注液机构相连，注液机构包括第一变径接头(29)，第一变径接头(29)一端与第一注液管(22)相连，另一端通过控制阀(30)连接有第二注液管(31)，第二注液管(31)与菌液槽(32)的供液泵相连，第二注液管(31)上设置有溢流阀(33)和压力表(44)。

5.根据权利要求4所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：控制阀(30)包括阀体(34)，阀体(34)内设置有连通第一注液管(22)和第二注液管(31)的输液管(35)，输液管(35)上设置有压冒(36)，压冒(36)上设置有手柄(37)。

6.根据权利要求2所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：监测孔(21)内设置有集气管(39)，监测孔(21)内壁与集气管(39)之间设置有第二水泥浆封口段(40)，集气管(39)的出气端通过观测孔依次穿过胶套(5)和外壁(6)，且连接集气机构，集气机构包括第二变径接头(41)，第二变径接头(41)一端通过截止阀(42)与集气管(39)相连，另一端与集气球(43)相连。

7.根据权利要求1所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：瓦斯充气机构包括第一输气管(13)，第一输气管(13)的一端穿过上盖板(8)和上压板(7)置于夹持器内，另一端通过三通阀(14)分别连接有第二输气管(15)和第三输气管(16)，第二输气管(15)连接有瓦斯瓶(17)，且第二输气管(15)上设置有用于调节瓦斯压力大小的减压阀(18)，第三输气管(16)连接有抽真空装置(19)。

8.根据权利要求1所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：相邻外壁(6)的连接处以及外壁(6)与下盖板(1)和上盖板(8)的连接处均设置有密封垫(10)。

9.根据权利要求2所述的一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，其特征在于：胶套(5)实验孔的两端均设置有用于密封的金属垫(38)。

10.一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验方法，其特征在于：采用权利要求1-9之一所述的实验装置，包括以下步骤：

(1)在煤体试件(3)的实验侧打钻，形成注液孔(20)和监测孔(21)，将第一注液管(22)的出液端置于注液孔(20)内，集气管(39)的进气端置于监测孔(21)内，然后分别对注液孔(20)和监测孔(21)进行封孔处理；

(2)将煤体试件(3)置于夹持器内，并进行注液机构和集气机构的连接，然后对夹持器内进行抽真空处理，抽真空后注入瓦斯气体，直到煤体试件(3)达到饱和吸附为止；

(3)通过应力加载机构对上压板(7)和侧压板(4)加载应力至预定值，使煤体应力环境与实际应力环境相似；

(4)打开供液泵和控制阀(30)，向煤体试件(3)中注入菌液，在注液压力保持稳定后，打开集气管(39)上的截止阀(42)，采用集气球(43)收集产生的二氧化碳，并对二氧化碳进行检测。

一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿瓦斯治理技术领域，特别是指一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置及方法。

背景技术

[0002] 瓦斯是造成煤矿事故的主要因素之一。在治理瓦斯技术上，除了传统瓦斯抽采之外，还可以利用微生物对瓦斯进行降解和驱替。在微生物驱替瓦斯大规模应用前，应在实验室考察微生物驱替瓦斯的技术和效果，真三轴环境更能模拟真实煤层，而现有的真三轴装置如CN207570982U公开的一种施加非均布载荷的真三轴渗流实验结构，对煤体试件的四个侧面和上端均设置应力加载装置，一方面不适于模拟煤巷两侧煤体的应力环境，另一方面不便于进行微生物驱替瓦斯的实验以及实验效果的观测。针对目前真三轴环境下微生物驱替瓦斯实验还处在初始阶段，需要提出一种适用于真三轴环境下微生物驱替瓦斯实验装置及实验方法。

发明内容

[0003] 本发明提出一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置及方法，真三轴夹持器的一侧为非承压的实验侧，便于模拟煤巷两侧煤体的应力环境，实现了微生物驱替瓦斯实验过程和效果观测。

[0004] 本发明的技术方案是这样实现的：一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，包括夹持器和与夹持器相连的瓦斯充气机构，夹持器包括下盖板，下盖板的上端设置有垫块，垫块的上端放置煤体试件，煤体试件的侧部分为承压侧和非承压的实验侧，承压侧从内向外依次设置有侧压板、胶套和外壁，实验侧从内向外依次设置有胶套和外壁，煤体试件的上侧设置有上压板，上压板的上端设置有上盖板，外壁上端和下端的两侧均设置有钢柱，外壁通过钢柱与对应的上盖板和下盖板相连，上压板和侧压板分别与应力加载机构相连。

[0005] 进一步地，煤体试件实验侧设置有注液孔，注液孔两侧沿水平直线设置有一个监测孔，煤体试件实验侧的胶套和外壁均设置有与注液孔相配合的实验孔，以及与监测孔相配合的观测孔。

[0006] 进一步地，注液孔内设置有第一注液管，注液孔内壁与第一注液管之间从外到内依次设置有第一水泥浆封口段和密封圈，密封圈沿注液孔轴向设置有多个，相邻密封圈之间填充有遇水膨胀止水胶，每段遇水膨胀止水胶内设置有用于供水的中空针。

[0007] 进一步地，第一注液管的进液端通过实验孔依次穿过胶套和外壁，且连接注液机构，注液机构包括第一变径接头，第一变径接头一端与第一注液管相连，另一端通过控制阀连接有第二注液管，第二注液管与菌液槽的供液泵相连，第二注液管上设置有溢流阀和压力表。

[0008] 进一步地，控制阀包括阀体，阀体内设置有连通第一注液管和第二注液管的输液管，输液管上设置有压冒，压冒上设置有手柄。

[0009] 进一步地，监测孔内设置有集气管，监测孔内壁与集气管之间设置有第二水泥浆封口段，集气管的出气端通过观测孔依次穿过胶套和外壁，且连接集气机构，集气机构包括第二变径接头，第二变径接头一端通过截止阀与集气管相连，另一端与集气球相连。

[0010] 进一步地，瓦斯充气机构包括第一输气管，第一输气管的一端穿过上盖板和上压板置于夹持器内，另一端通过三通阀分别连接有第二输气管和第三输气管，第二输气管连接有瓦斯瓶，且第二输气管上设置有用于调节瓦斯压力大小的减压阀，第三输气管连接有抽真空装置。

[0011] 进一步地，相邻外壁的连接处以及外壁与下盖板和上盖板的连接处均设置有密封垫。

[0012] 进一步地，胶套实验孔的两端均设置有用于密封的金属垫。

[0013] 一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验方法，采用上述实验装置，包括以下步骤：

[0014] (1)在煤体试件的实验侧打钻，形成注液孔和监测孔，将第一注液管的出液端置于注液孔内，集气管的进气端置于监测孔内，然后分别对注液孔和监测孔进行封孔处理；

[0015] (2)将煤体试件置于夹持器内，并进行注液机构和集气机构的连接，然后对夹持器内进行抽真空处理，抽真空后注入瓦斯气体，直到煤体试件达到饱和吸附为止；

[0016] (3)通过应力加载机构对上压板和侧压板加载应力至预定值，使煤体应力环境与实际应力环境相似；

[0017] (4)打开供液泵和控制阀，向煤体试件中注入菌液，在注液压力保持稳定后，打开集气管上的截止阀，采用集气球收集产生的二氧化碳，并对二氧化碳进行检测。

[0018] 本发明的有益效果：本发明一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，把真三轴夹持器设计为其中一侧为非承压的实验侧，实验侧水平不施加应力，这样与煤巷两侧煤体的应力环境一致。在夹持器的实验侧布置实验孔和观测孔，与煤体试件实验侧的注液孔和监测孔相配合，通过注液孔注入甲烷氧化菌菌液，观测孔观察产生二氧化碳气体浓度变化来考察微生物驱替瓦斯的效果，该装置为微生物驱替瓦斯实验室提供了实验方法，并对实验效果进行考察。

[0019] 本发明在煤体试件的实验侧进行打钻形成注液孔，进行注液实验，同时采用止水胶、密封圈和水泥浆相结合的密封，提高了注液孔的密封性能，有效封堵了甲烷氧化菌的菌液，另外，止水胶抗压能力强，同时与密封圈相结合，有效提高了注液孔的抗压能力，避免应力加载和注液过程中，注液孔坍塌。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，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。

[0021] 图1为本发明实验装置的结构示意图；

[0022] 图2为图1的A-A剖视图结构示意图；

[0023] 图3为外壁的结构示意图；

[0024] 图4为注液孔和监测孔的结构示意图；

[0025] 图5为注液机构的结构示意图。

[0026] 下盖板1，垫块2，煤体试件3，侧压板4，胶套5，外壁6，上压板7，上盖板8，钢柱9，密封垫10，第一液压伸缩缸11，第二液压伸缩缸12，第一输气管13，三通阀14，第二输气管15，第三输气管16，瓦斯瓶17，减压阀18，抽真空装置19，注液孔20，监测孔21，第一注液管22，第一水泥浆封口段23，密封圈24，浅部止水胶段25，深部止水胶段26，中空短针27，中空长针28，第一变径接头29，控制阀30，第二注液管31，菌液槽32，溢流阀33，阀体34，输液管35，压冒36，手柄37，金属垫38，集气管39，第二水泥浆封口段40，第二变径接头41，截止阀42，集气球43，压力表44。

具体实施方式

[0027] 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、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0028] 如图1-3所示，一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验装置，包括夹持器和与夹持器相连的瓦斯充气机构，夹持器包括下盖板1，下盖板1的上端固定有一垫块2，垫块2的上端中间位置放置一煤体试件3，煤体试件3为正方体结构，规格为500mm×500mm×500mm，煤体试件3的三个侧面为承压侧，一个侧面为非承压的实验侧，承压侧从内向外依次设置有侧压板4、胶套5和外壁6，实验侧从内向外依次设置有胶套5和外壁6，煤体试件3的上侧设置有上压板7，上压板7的上端设置有上盖板8，外壁6上端和下端的两侧均固定有钢柱9，外壁6的上端通过钢柱9与对应的上盖板8螺纹螺母连接，外壁6的下端通过钢柱9与对应的下盖板1螺纹螺母连接，相邻外壁6的连接处以及外壁6与下盖板1和上盖板8的连接处均设置有密封垫10。上压板7和侧压板4分别与应力加载机构相连，应力加载机构包括第一液压伸缩缸11和3个第二液压伸缩缸12，第一液压伸缩缸11竖直向下固定于上盖板8的上端，且第一液压伸缩缸11的活塞杆的工作端穿过上盖板8与上压板7相连，第二液压伸缩缸12水平垂直固定于侧压板4对应的外壁6外侧，且第二液压伸缩缸12的活塞杆的工作端穿过外壁6和胶套5与对应的侧压板4相连，第一液压伸缩缸11的活塞杆和第二液压伸缩缸12的活塞杆与对应胶套5的交接处均设置有密封件，应力加载机构通过第一液压伸缩缸11和3个第二液压伸缩缸12对侧压板4和上压板7施加预设的应力。

[0029] 如图1所示，瓦斯充气机构包括第一输气管13，第一输气管13的一端穿过上盖板8和上压板7置于夹持器内，另一端通过三通阀14分别连接有第二输气管15和第三输气管16，第二输气管15连接有瓦斯瓶17，且第二输气管15上设置有用于调节瓦斯压力大小的减压阀18，第三输气管16连接有抽真空装置19。

[0030] 如图2、4和5所示，煤体试件3的实验侧设置有注液孔20，注液孔20两侧沿水平直线设置有一个监测孔21，煤体试件3实验侧的胶套5和外壁6均设置有与注液孔20相配合的实验孔，以及与监测孔21相配合的观测孔，通过注液孔注入甲烷氧化菌菌液，观测孔观察产生二氧化碳气体的变化。

[0031] 注液孔20内设置有第一注液管22，注液孔20的孔深为250mm，第一注液管22的出液

端深入200mm，注液孔20内壁与第一注液管22之间从外到内依次设置有第一水泥浆封口段23和密封圈24，第一水泥浆封口段23的外端与煤体试件3的实验侧齐平，第一水泥浆封口段23为40mm，密封圈24沿注液孔20轴向安装有3个，相邻密封圈24之间填充有遇水膨胀止水胶，遇水膨胀止水胶为80mm，分别为浅部止水胶段25和深部止水胶段26，浅部止水胶段25设置有一中空短针27，深部止水胶段26设置有一中空长针28，中空短针27和中空长针28的进水端穿过第一水泥浆封口段23，分别为浅部止水胶段25和深部止水胶段26供水，遇水膨胀止水胶为单组份、黑色胶状物，抗压能力强，同时与密封圈24相结合，可提高抗压能力。

[0032] 第一注液管22的出液端位于注液孔20内，进液端通过实验孔依次穿过胶套5和外壁6，与注液机构相连，注液机构包括第一变径接头29，第一变径接头29一端与第一注液管22相连，另一端通过控制阀30连接有第二注液管31，第二注液管31与菌液槽32内的供液泵相连，第二注液管31上设置有溢流阀33和压力表44，控制阀30包括阀体34，阀体34内设置有连通第一注液管22和第二注液管31的输液管35，输液管35上设置有压冒36，压冒36上设置有手柄37，控制阀30用于控制注液的开合。由于第一注液管22穿过胶套5，为了提高密封性，胶套5实验孔的两端均设置有用于密封的金属垫38。

[0033] 监测孔21内设置有集气管39，监测孔21内壁与集气管39之间设置有第二水泥浆封口段40，由于监测孔21的承压小，只需在孔口设置第二水泥浆封口段40，第二水泥浆封口段40的外端与煤体试件3的实验侧齐平，集气管39的出气端通过观测孔依次穿过胶套5和外壁6，且连接集气机构，集气机构包括第二变径接头41，第二变径接头41一端通过截止阀42与集气管39相连，另一端与集气球43相连。

[0034] 一种真三轴环境下微生物驱替瓦斯的实验方法，采用上述实验装置，包括以下步骤：

[0035] (1)在煤体试件3的实验侧打钻，形成注液孔20和监测孔21，将第一注液管22的出液端置于注液孔20内，集气管39的进气端置于监测孔21内，然后分别对注液孔20和监测孔21进行封孔处理；

[0036] (2)将煤体试件3置于夹持器内，并进行注液机构和集气机构的连接，控制阀30和截止阀42处于关闭状态，然后调整三通阀14，接通第一输气管13和第三输气管16，打开抽真空装置19，对夹持器内进行抽真空处理，避免夹持器内二氧化碳对观测结果造成影响，抽真空后，调整三通阀14，接通第一输气管13和第二输气管15，打开瓦斯瓶17，向煤体试件3注入瓦斯气体，直到煤体试件3达到饱和吸附为止；

[0037] (3)应力加载机构通过第一液压伸缩缸11和3个第二液压伸缩缸12对上压板7和侧压板4加载应力至预定值，使煤体应力环境与实际应力环境相似；

[0038] (4)打开供液泵和控制阀30，向煤体试件3中注入甲烷氧化菌菌液，在注液压力保持稳定后，即压力表44保持稳定后，如压力表44稳定在1MPa时，关闭供液泵和控制阀30，打开集气管39上的截止阀42，采用集气球43收集产生的二氧化碳，并对二氧化碳使用气体检测仪器进行检测。

[0039] 甲烷氧化菌与甲烷结合，降解瓦斯后，会产生二氧化碳，持续观测二氧化碳的变化，当甲烷氧化菌菌液通过集气管39扩展到监测孔21附近时，记录实验时间以及监测孔21与注液孔20的距离，即为煤体试件3一定时间的有效钻孔间距。

[0040] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，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。

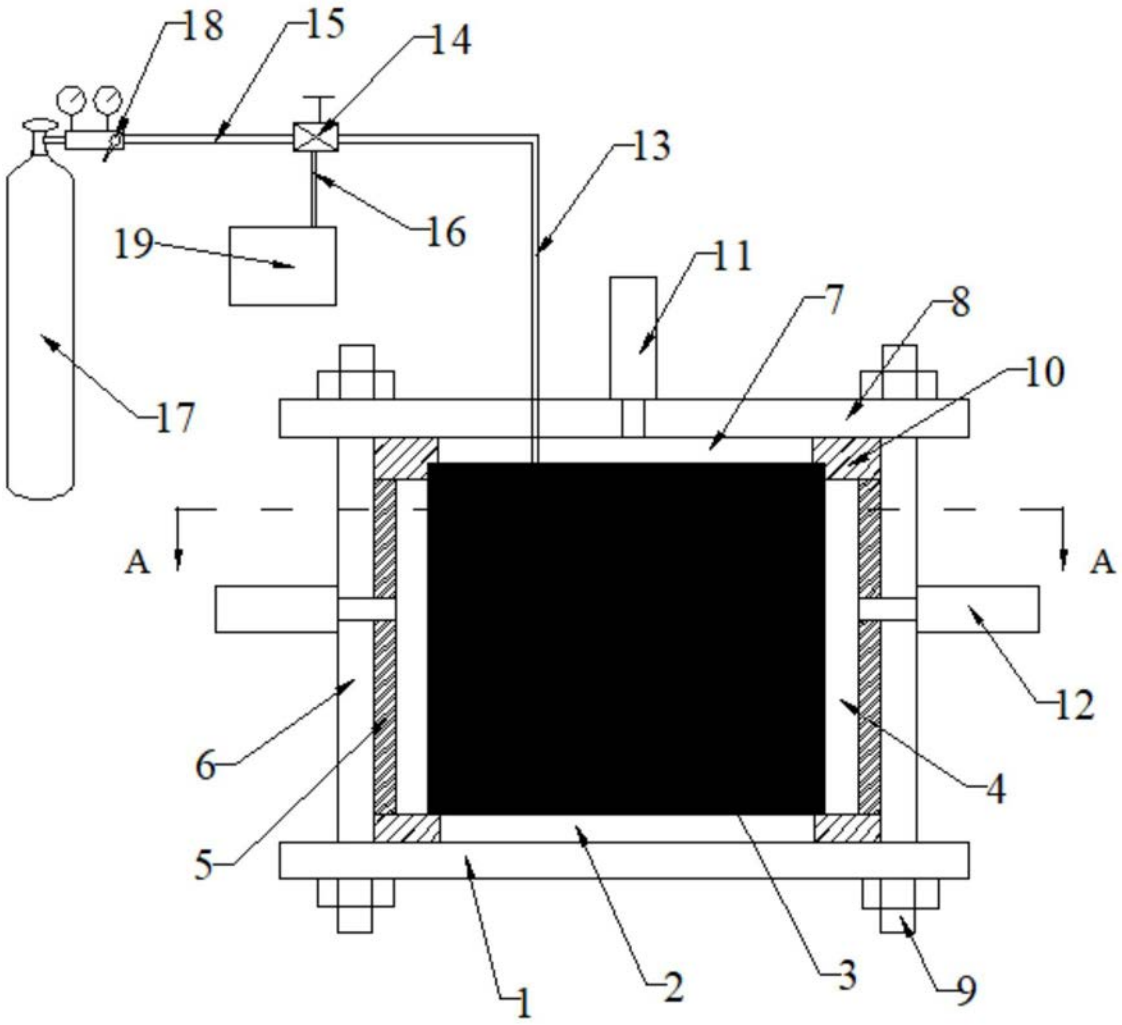


图1

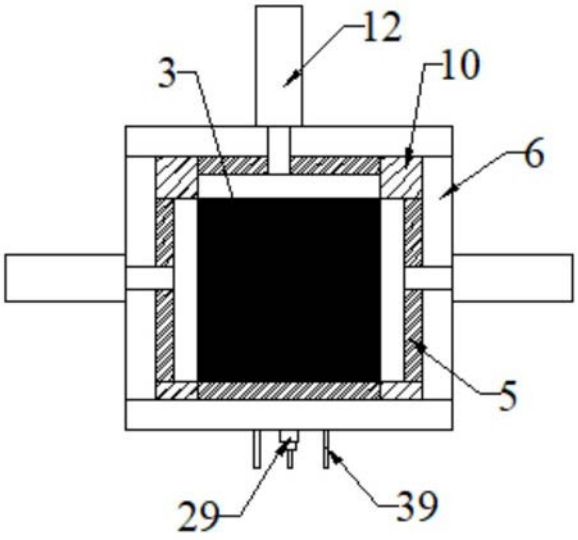


图2

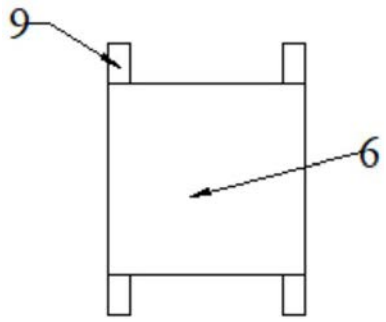


图3

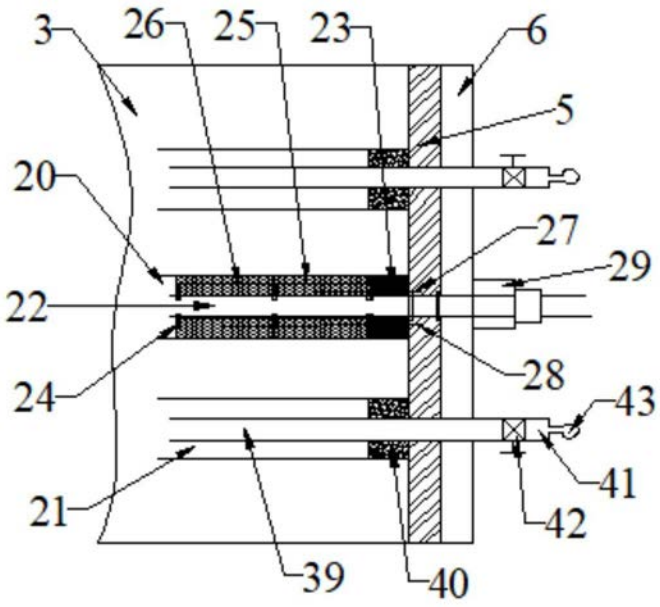


图4

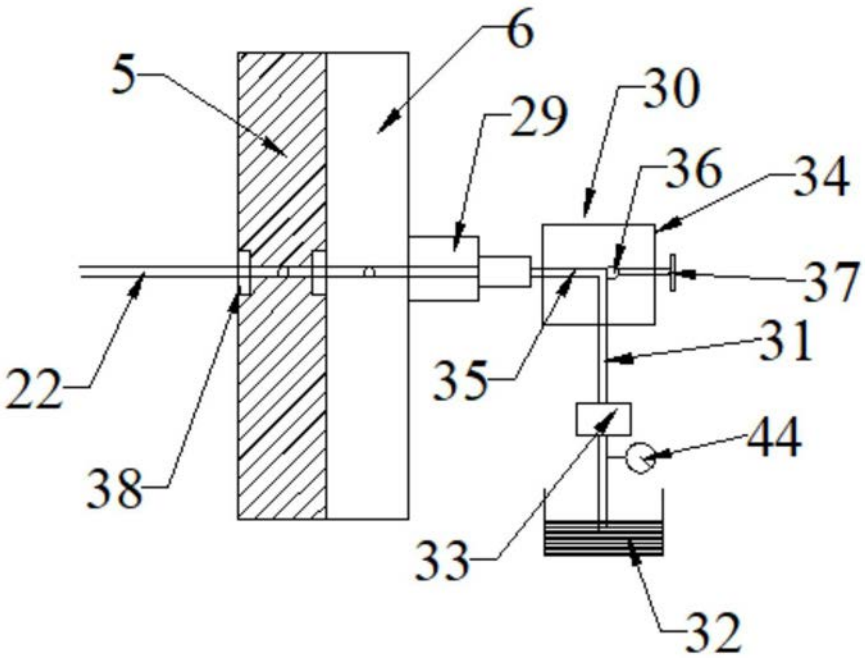


图5