(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2021 年 9 月 16 日 (16.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/179334 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 3/12 (2006.01) *G01N 1/36* (2006.01)
E21F 7/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/079419

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 15 日 (15.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010158913.1 2020年3月9日 (09.03.2020) CN

(71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。

(72) 发明人: 王刚(WANG, Gang); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 刘义鑫(LIU, Yixin); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 倪冠华(NI, Guanhua); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 孙路路(SUN, Lulu); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 刘震(LIU, Zhen); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 于岩斌(YU, Yanbin); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 秦相杰(QIN, Xiangjie); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 刘志远(LIU, Zhiyuan); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。 韩冬阳(HAN, Dongyang); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路579号, Shandong 266510 (CN)。

(74) 代理人: 重庆天成卓越专利代理事务所（普通合伙）(CHONGQING TIANCHENGZHUOYUE PATENT AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国重庆市九龙坡区杨家坪直港大道5号2栋2-6号, Chongqing 400050 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) **Title:** INTEGRATED TEST METHOD FOR COMBINED FRACTURING, PRESSURE RELIEF AND DRAINAGE OF MULTIPLE COAL SEAMS

(54) 发明名称: 多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法

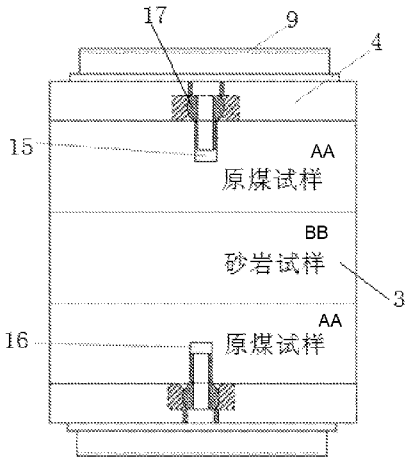


图 1

AA Raw coal sample
BB Sand rock sample

(57) **Abstract:** An integrated test method for combined fracturing, pressure relief and drainage of multiple coal seams, comprising: preparing a composite coal rock sample (3), and placing a sand rock sample between two raw coal samples to form a composite coal rock sample having a fracturing hole (16) and a drainage hole (15); mounting the sample on a true triaxial test device; applying a triaxial stress; adding gas pressure; performing primary gas drainage; fracturing a lower coal seam; and performing secondary gas drainage and the like in a total of nine steps. In the test method, the composite coal rock sample is placed in the true triaxial test device, and the effective control of primary drainage, fracturing and secondary drainage is combined, so that the influence of the setting of technical parameters for the combined mining of multiple coal seams on the efficiency of gas drainage can be reproduced.

(57) 摘要: 一种多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，包括复合煤岩试样（3）准备，将砂岩试样放在两个原煤试样中间，构成带压裂孔（16）和抽采孔（15）的复合煤岩试样；试样在真三轴试验测试装置上安装；施加三轴应力；加瓦斯压力；瓦斯首次抽采；下煤层压裂；瓦斯二次抽采等共九个步骤。该试验方法通过将复合煤岩试样置于真三轴试验测试装置中，并结合首次抽采、压裂、二次抽采的有效控制，再现多煤层联合开采技术参数的设置对瓦斯抽采效率的影响。

WO 2021/179334 A1

[见续页]

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法

技术领域

本发明属于煤层开采模拟试验方法技术领域，具体涉及一种真三维应力下进行复合煤岩顶板压裂抽采的模拟试验方法。

背景技术

随着开采深度的增加，原岩应力呈现由浅部的构造应力转变为深部的两向或三向等应力状态。深部地应力增加，且围岩的力学性能呈现非线性变化，易诱发冲击地压、矿震与瓦斯能量相互变化。同时，煤层孔隙率随着地应力的增大而减小，因此，高地应力作用下的煤岩体孔隙率更低。高地应力不仅增大了吸附状态的煤层气解吸难度，而且使释放为游离状态的煤层气通道更为窄小，即深部高地应力导致煤层气抽采难度增加。在实际生产过程中，由于深部煤层气抽采难度较大、抽采时间较长，尤其是渗透性较差的煤层群采用单一抽采方法难以满足生产需要。

针对深部高应力低渗透煤层，多煤层联合开采已成为发展趋势，通过对深部煤层先进行水力压裂，在润湿本煤层的同时对其上部煤层产生卸压增透效果，使上部煤层内部产生裂隙，有利于其内部瓦斯解析，提高抽采效率，增强煤层开采安全性。

目前，该方面研究多集中于利用穿层钻孔进行多煤层抽采，在多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化方面研究较少，通过室内试验与理论研究更是鲜

有报道。

发明内容

本发明拟提供一种多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，用于研究真三轴高应力作用下多煤层联合开采的最佳技术参数，为工程实践中科学选择相关工艺参数提供科学依据。

为此，本发明所采用的技术方案为：一种多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，包括以下步骤：

步骤一、试样制备；

（1）、两件原煤试样制备；

选取两块原煤块分别进行切割打磨，使其断面平整度在±0.02mm 以内，在原煤试样其中一个面上打中心盲孔，在 105±15° 温度下烘干 24±4 小时后，冷却至常温备用；

（2）、砂岩试样制备；

选取砂岩块进行切割打磨，使其断面平整度在±0.02mm 以内，在 105±15° 温度下烘干 24±4 小时后，冷却至常温备用；

（3）、复合煤岩试样制备；

将砂岩试样放在中间，并在其上下表面均匀涂抹高强度环氧树脂胶粘剂，另外分别在两个原煤试样打中心盲孔的相对面均匀涂抹高强度环氧树脂胶粘剂，然后分别将原煤试样涂有高强度环氧树脂胶粘剂与砂岩试样上下面进行压实贴合，其中位于顶部的中心盲孔作为抽采孔，位于底部的中心盲孔作为压裂孔；

步骤二、试样在真三轴试验测试装置上安装；

所述真三轴试验测试装置包括主机、主机支撑组件、滑轨、滑轨支撑组件和伺服油缸，六套所述伺服油缸布置在主机外的上下、左右、前后方向，所述滑轨在主机下方前后延伸设置，且穿过主机后通过滑轨支撑组件支撑在地面上，所述主机包括铸造成型的整体环形框架，所述整体环形框架的前后两侧开孔，并在每个开孔位置外侧配备有盖板，所述整体环形框架和盖板围成主机壳，主机内腔用于放置复合煤岩试样，复合煤岩试样的上、下、左、右、前、后侧外分别配备有试样垫块，位于下侧的所述试样垫块下方设置有能在滑轨上前后移动的试样移动支架；前后侧的伺服油缸下方均设置有能在滑轨上前后移动的油缸移动支架，所述盖板能随着对应侧的伺服油缸一起移动，上下左右侧的伺服油缸固设在整体环形框架的对应侧外，伺服油缸的活塞杆前端居中位置处设置有载荷传感器，所述载荷传感器的前端穿过主机壳后安装有压头；

将复合煤岩试样放入六块试样垫块围成的腔体内并通过快锁组合安装后再结合试样垫块接缝处的棱边密封胶密封成一个试样密封垫，从而将复合煤岩试样密封其中；所述棱边密封胶采用在需要密封的棱边刷涂液态硅橡胶，待硅橡胶固化后便能实现试样垫块之间的密封；

所述上压头的下方固设有正对抽采孔的抽采管，下压头的上方固设有正对压裂孔的压裂管，在抽采管、压裂管外壁分别均匀涂抹硅橡胶，首先将试样密封垫安装在下压头上并使压裂管插入压裂孔内粘合密封，再控制上压头下移，使上压头与试样密封垫上表面贴合的同时抽采管插入抽采孔内粘合密封，最后分别控制前、后、左、右四个压头移动，使对应的压头分别贴合到试样密封垫的对应表面；

步骤三、施加三轴应力；

通过前、后、左、右、上、下六个压头对复合煤岩试样施加应力至预定值；

步骤四、加瓦斯压力；

通过抽采孔、压裂孔同时向复合煤岩试样注瓦斯，使瓦斯压力达到预定值并保持稳定 24±4 小时；

步骤五、瓦斯首次抽采；

关闭压裂孔，打开抽采孔，记录瓦斯流量变化与各压头压力与位移变化，直至瓦斯抽采结束；

步骤六、下煤层压裂；

重复步骤四，再打开压裂孔进行高压注水，使高压水进入对下部原煤试样进行水力压裂，待水压降低 50%后，关闭压裂孔停止压裂，记录该过程中前、后、左、右、上、下六个压头的压力与位移变化；

步骤七、瓦斯二次抽采；

打开抽采孔进行瓦斯抽采，记录其瓦斯流量变化以及各向压头压力与位移变化；

步骤八、同组其它试验；

更换复合煤岩试样，改变原煤试验和砂岩试样的厚度，或者改变岩样、三轴压力、瓦斯压力，重复步骤一至步骤七；

步骤九、整理试验数据。

作为上述方案的优选，所述复合煤岩试样为正方体，复合煤岩试样尺寸为 200×200×200mm，原煤试样尺寸为 200×200×70mm，砂岩试样尺寸为 200

×200×60mm。

进一步优选为，所述抽采孔、压裂孔大小相等，直径为 10mm，深度为 40mm；抽采管、压裂管的长度为 30mm。

进一步优选为，所述抽采孔、压裂孔的外侧端安装有万向密封接头。

本发明的有益效果：

（1）采用新的真三轴试验测试装置，相比传统的内外层框架围成的腔体结构，本测试装置主机上仅设置铸造成型的整体环形框架，由设置在试样外的六个试样垫块围成一个试样密封垫用于容纳试样，从而省略了传统内外层之间形成的单独的耐压腔体，压头穿过主机壳后直接抵在对应侧的试样垫块上，能腾出更多的空间布置尺寸、厚度更大的整体环形框架，因此使得腔体能承受的压力更大，能满足更复杂环境的模拟测试试验；

（2）由于省略了内层框架，伺服油缸直接施加力于试样各面，不需要穿过耐压腔体，伺服油缸穿过耐压腔体还需要考虑动密封，因此简化了结构，降低了成本，且可靠性更高；同时由于传统的内层框架相比外层框架更薄，压力较大时内层框架易产生膨胀变形，进一步影响内框架与伺服油缸之间的密封性；

（3）本测试装置中压头和试样垫块分离设计，对试样垫块连接处涂液态硅橡胶固化后密封，使得注入流体不会渗到外部区域；

（4）整体环形框架的前后两侧开孔，并在每个开孔位置外侧配备有盖板，共同围成主机壳，对于试样前侧零部件的安装更加方便；而传统结构仅在后侧开孔配备盖板，前侧零部件需要检修或装拆试样，需要通过试样移动支架将试样移出整体环形框架，非常麻烦；

（5）将砂岩试样放在两个原煤试样中间，构成带压裂孔和抽采孔的复合煤岩试样，置于真三轴试验测试装置中进行多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，并结合首次抽采、压裂、二次抽采的有效控制，能真实再现多煤层联合开采，技术参数的设置对瓦斯抽采效率的影响，为工程实践中科学选择相关工艺参数提供科学依据。

附图说明

图 1 为本发明所采用的真三轴试验测试装置的结构示意图（含试样装入和取出两种状态）。

图 2 为图 1 中主机和主机支撑组件的左视图。

图 3 为六块试样垫块围成的试样密封垫的立体图。

图 4 为图 3 的剖视状态的正视图。

图 5 为试样垫块棱边密封采用硅橡胶固化后的状态。

具体实施方式

下面通过实施例并结合附图，对本发明作进一步说明：

一种多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，包括以下步骤：

步骤一、试样制备；

（1）、两件原煤试样制备；

选取两块原煤块分别进行切割打磨，使其断面平整度在±0.02mm 以内，在原煤试样其中一个面上打中心盲孔，在 105±15° 温度下烘干 24±4 小时后，冷却至常温备用。

（2）、砂岩试样制备；

选取砂岩块进行切割打磨，使其断面平整度在±0.02mm 以内，在 105±

15°温度下烘干 24±4 小时后，冷却至常温备用。

（3）、复合煤岩试样制备；

将砂岩试样放在中间，并在其上下表面均匀涂抹高强度环氧树脂胶粘剂，另外分别在两个原煤试样打中心盲孔的相对面均匀涂抹高强度环氧树脂胶粘剂，然后分别将原煤试样涂有高强度环氧树脂胶粘剂与砂岩试样上下面进行压实贴合，其中位于顶部的中心盲孔作为抽采孔 15，位于底部的中心盲孔作为压裂孔 16。

最好是，复合煤岩试样为正方体，复合煤岩试样尺寸为 200×200×200mm，其中，原煤试样尺寸为 200×200×700mm，砂岩试样尺寸为 200×200×60mm，抽采孔 15、压裂孔 16 大小相等，直径为 10mm，深度为 40mm，但不限于此。

步骤二、试样在真三轴试验测试装置上安装；

如图 1—图 4 所示，真三轴试验测试装置主要由主机 A、主机支撑组件 B、滑轨 C、滑轨支撑组件 D 和伺服油缸 E 组成。主机 A 通过主机支撑组件 B 支撑在地面上，六套伺服油缸 E 布置在主机 A 外的上下、左右、前后方向（即 XYZ 三个方向）。滑轨 C 在主机 A 下方前后延伸设置，且滑轨 C 穿过主机 A 后通过滑轨支撑组件 D 支撑在地面上。

整体环形框架 1 采用铸造成型，整体环形框架 1 的前后两侧开孔，并在每个开孔位置外侧配备有盖板 2。整体环形框架 1 和两个盖板 2 共同围成主机壳。主机内腔用于放置复合煤岩试样 3，复合煤岩试样 3 的上、下、左、右、前、后侧外分别配备有试样垫块 4，共需六个试样垫块 4。位于下侧的试样垫块 4 下方设置有能在滑轨 C 上前后移动的试样移动支架 5。

前后侧的伺服油缸 E 设置在对应侧的盖板 2 外，且前后侧的伺服油缸 E 下均设置有能在滑轨 C 上前后移动的油缸移动支架 6，盖板 2 能随着对应侧的伺服油缸 E 一起移动。上下左右侧的伺服油缸 E 设置在整体环形框架对应侧外。

伺服油缸 E 的活塞杆 7 前端居中位置处设置有载荷传感器 8，载荷传感器 8 最好采用嵌入安装。载荷传感器 8 的前端设置有压头 9，载荷传感器 8 的前端穿过主机壳后安装有压头 9。对复合煤岩试样 3 加载时，压头 9 直接抵在对应侧的试样垫块 4 上。在进行试验前，将试样垫块 4 安装在复合煤岩试样 3 外，再在试样垫块 4 连接处进行密封，完成密封后，将复合煤岩试样 3 放置在试样移动支架 5 上，并将试样移动支架 5 及后侧的油缸移动支架 6 依次推入到主机内腔内并固定，使所有压头 9 均直接抵在对应侧的试样垫块 4 之后再进行试验。

将复合煤岩试样放入六块试样垫块 4 围成的腔体内并通过快锁 14 组合安装后，再结合试样垫块 4 接缝处的棱边密封胶密封成一个试样密封垫，从而将复合煤岩试样 3 密封其中；棱边密封胶采用在需要密封的棱边刷涂液态硅橡胶，待硅橡胶固化后便能实现试样垫块 4 之间的密封（如图 5 所示）。在硅橡胶固化后实现预密封，在试验时，通过主机内腔的围压，使硅橡胶紧贴试样，不仅能实现试样垫块 4 相邻表面之间的密封，还能减弱棱边处的边界效应。最好是，伺服油缸 E 内设置有油缸位移传感器 10，上下左右侧的伺服油缸 E 通过端盖 11 固定安装在整体环形框架 1 上，前后侧的伺服油缸 E 通过盖板 2 固定安装在整体环形框架 1 上，所有活塞杆 7 穿过主机壳的位置处均设置有衬套，以保证主机内腔的密封性。

最好是，在六个试样垫块 4 围成的密封腔外的 XYZ 方向上，成对配备有试样变形位移传感器 12，试样变形位移传感器 12 通过位移传感器加长杆 13 安装在试样垫块 4 的棱边外，且同一方向上的一对试样变形位移传感器 12 呈对角错开设置，能实现真三轴条件下不平衡不均匀变形的测量。

最好是，还配备有两套电液伺服增压器，分别为主机内腔提供围压、为试样提供注水压或渗透压，让围压、注水压或渗透压分别控制，可完成复杂的试验条件。电液伺服增压器内的控制高压阀门的工作压力大于增压最高输出的压力，为了保证工作的高可靠性和长使用寿命。

最好是，还配备有轴向柱塞泵液压源，且液压源带高低压转换，便于试验时，高低压的顺利切换。

先将复合煤岩试样装入六块试样垫块 4 围成的试样密封垫内，再在棱边刷涂液态硅橡胶，待硅橡胶固化后，通过试样移动支架 5 将试样推入到主机内腔中，最后通过油缸移动支架 6 将前后侧的盖板 2 安装在整体环形框架 1 上，安装时保证主机内腔的密封，之后开始试验。

上压头 9 的下方固设有正对抽采孔 15 的抽采管，下压头 9 的上方固设有正对压裂孔 16 的压裂管，在抽采管、压裂管外壁分别均匀涂抹硅橡胶，首先将试样密封垫安装在下压头 9 上并使压裂管插入压裂孔 16 内粘合密封，再控制上压头 9 下移，使上压头 9 与试样密封垫上表面贴合的同时抽采管插入抽采孔 15 内粘合密封，最后分别控制前、后、左、右四个压头 9 移动，使对应的压头 9 分别贴合到试样密封垫的对应表面。

最好是，抽采管、压裂管的长度为 30mm，抽采孔 15、压裂孔 16 的外侧端安装有万向密封接头 17。

步骤三、施加三轴应力；

通过前、后、左、右、上、下六个压头 9 对复合煤岩试样施加应力至预定值。

步骤四、加瓦斯压力；

通过抽采孔 15、压裂孔 16 同时向复合煤岩试样注瓦斯，使瓦斯压力达到预定值并保持稳定 24±4 小时。

步骤五、瓦斯首次抽采；

关闭压裂孔 16，打开抽采孔 15，记录瓦斯流量变化与各压头压力与位移变化，直至瓦斯抽采结束。

步骤六、下煤层压裂；

重复步骤四，再打开压裂孔 16 进行高压注水，使高压水进入对下部原煤试样进行水力压裂，待水压降低 50%后，关闭压裂孔 16 停止压裂，记录该过程中前、后、左、右、上、下六个压头的压力与位移变化。

步骤七、瓦斯二次抽采；

打开抽采孔 15 进行瓦斯抽采，记录其瓦斯流量变化以及各向压头压力与位移变化。

步骤八、同组其它试验；

更换复合煤岩试样，改变原煤试验和砂岩试样的厚度，或者改变岩样、三轴压力、瓦斯压力，重复步骤一至步骤七。

步骤九、整理试验数据。下表为试验过程中的记录数据。

编号	三轴应力（MPa）			瓦斯压力（MPa）	首次瓦斯抽采量（ml）	二次瓦斯抽采量（ml）
	σ_1	σ_2	σ_3			
1	3	2	1	0.5	895	1023
2	3.5	2	0.5	0.5	912	1053
3	3.5	1.5	1	0.5	923	1078

权 利 要 求 书

1、一种多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤一、试样制备；

（1）、两件原煤试样制备；

选取两块原煤块分别进行切割打磨，使其断面平整度在±0.02mm 以内，在原煤试样其中一个面上打中心盲孔，在 105±15° 温度下烘干 24±4 小时后，冷却至常温备用；

（2）、砂岩试样制备；

选取砂岩块进行切割打磨，使其断面平整度在±0.02mm 以内，在 105±15° 温度下烘干 24±4 小时后，冷却至常温备用；

（3）、复合煤岩试样制备；

将砂岩试样放在中间，并在其上下表面均匀涂抹高强度环氧树脂胶粘剂，另外分别在两个原煤试样打中心盲孔的相对面均匀涂抹高强度环氧树脂胶粘剂，然后分别将原煤试样涂有高强度环氧树脂胶粘剂与砂岩试样上下面进行压实贴合，其中位于顶部的中心盲孔作为抽采孔（15），位于底部的中心盲孔作为压裂孔（16）；

步骤二、试样在真三轴试验测试装置上安装；

所述真三轴试验测试装置包括主机（A）、主机支撑组件（B）、滑轨（C）、滑轨支撑组件（D）和伺服油缸（E），六套所述伺服油缸（E）布置在主机（A）外的上下、左右、前后方向，所述滑轨（C）在主机（A）下方前后延伸设置，

且穿过主机（A）后通过滑轨支撑组件（D）支撑在地面上，所述主机（A）包括铸造成型的整体环形框架（1），所述整体环形框架（1）的前后两侧开孔，并在每个开孔位置外侧配备有盖板（2），所述整体环形框架（1）和盖板（2）围成主机壳，主机内腔用于放置复合煤岩试样（3），复合煤岩试样（3）的上、下、左、右、前、后侧外分别配备有试样垫块（4），位于下侧的所述试样垫块（4）下方设置有能在滑轨（C）上前后移动的试样移动支架（5）；前后侧的伺服油缸（E）下方均设置有能在滑轨（C）上前后移动的油缸移动支架（6），所述盖板（2）能随着对应侧的伺服油缸（E）一起移动，上下左右侧的伺服油缸（E）固设在整体环形框架（1）的对应侧外，伺服油缸（E）的活塞杆（7）前端居中位置处设置有载荷传感器（8），所述载荷传感器（8）的前端穿过主机壳后安装有压头（9）；

将复合煤岩试样放入六块试样垫块（4）围成的腔体内并通过快锁（14）组合安装后再结合试样垫块（4）接缝处的棱边密封胶密封成一个试样密封垫，从而将复合煤岩试样（3）密封其中；所述棱边密封胶采用在需要密封的棱边刷涂液态硅橡胶，待硅橡胶固化后便能实现试样垫块（4）之间的密封；

所述上压头（9）的下方固设有正对抽采孔（15）的抽采管，下压头（9）的上方固设有正对压裂孔（16）的压裂管，在抽采管、压裂管外壁分别均匀涂抹硅橡胶，首先将试样密封垫安装在下压头（9）上并使压裂管插入压裂孔（16）内粘合密封，再控制上压头（9）下移，使上压头（9）与试样密封垫上表面贴合的同时抽采管插入抽采孔（15）内粘合密封，最后分别控制前、后、左、右四个压头（9）移动，使对应的压头（9）分别贴合到试样密封垫的对应表面；

步骤三、施加三轴应力；

通过前、后、左、右、上、下六个压头（9）对复合煤岩试样施加应力至预定值；

步骤四、加瓦斯压力；

通过抽采孔（15）、压裂孔（16）同时向复合煤岩试样注瓦斯，使瓦斯压力达到预定值并保持稳定 24±4 小时；

步骤五、瓦斯首次抽采；

关闭压裂孔（16），打开抽采孔（15），记录瓦斯流量变化与各压头压力与位移变化，直至瓦斯抽采结束；

步骤六、下煤层压裂；

重复步骤四，再打开压裂孔（16）进行高压注水，使高压水进入对下部原煤试样进行水力压裂，待水压降低 50%后，关闭压裂孔（16）停止压裂，记录该过程中前、后、左、右、上、下六个压头的压力与位移变化；

步骤七、瓦斯二次抽采；

打开抽采孔（15）进行瓦斯抽采，记录其瓦斯流量变化以及各向压头压力与位移变化；

步骤八、同组其它试验；

更换复合煤岩试样，改变原煤试验和砂岩试样的厚度，或者改变岩样、三轴压力、瓦斯压力，重复步骤一至步骤七；

步骤九、整理试验数据。

2、按照权利要求 1 所述的多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，其特征在于：所述复合煤岩试样为正方体，复合煤岩试样尺寸为 200×200×

200mm，原煤试样尺寸为 200×200×70mm，砂岩试样尺寸为 200×200×60mm。

3、按照权利要求 1 所述的多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，其特征在于：所述抽采孔（15）、压裂孔（16）大小相等，直径为 10mm，深度为 40mm；抽采管、压裂管的长度为 30mm。

4、按照权利要求 1 所述的多煤层联合压裂、卸压、抽采一体化试验方法，其特征在于：所述抽采孔（15）、压裂孔（16）的外侧端安装有万向密封接头（17）。

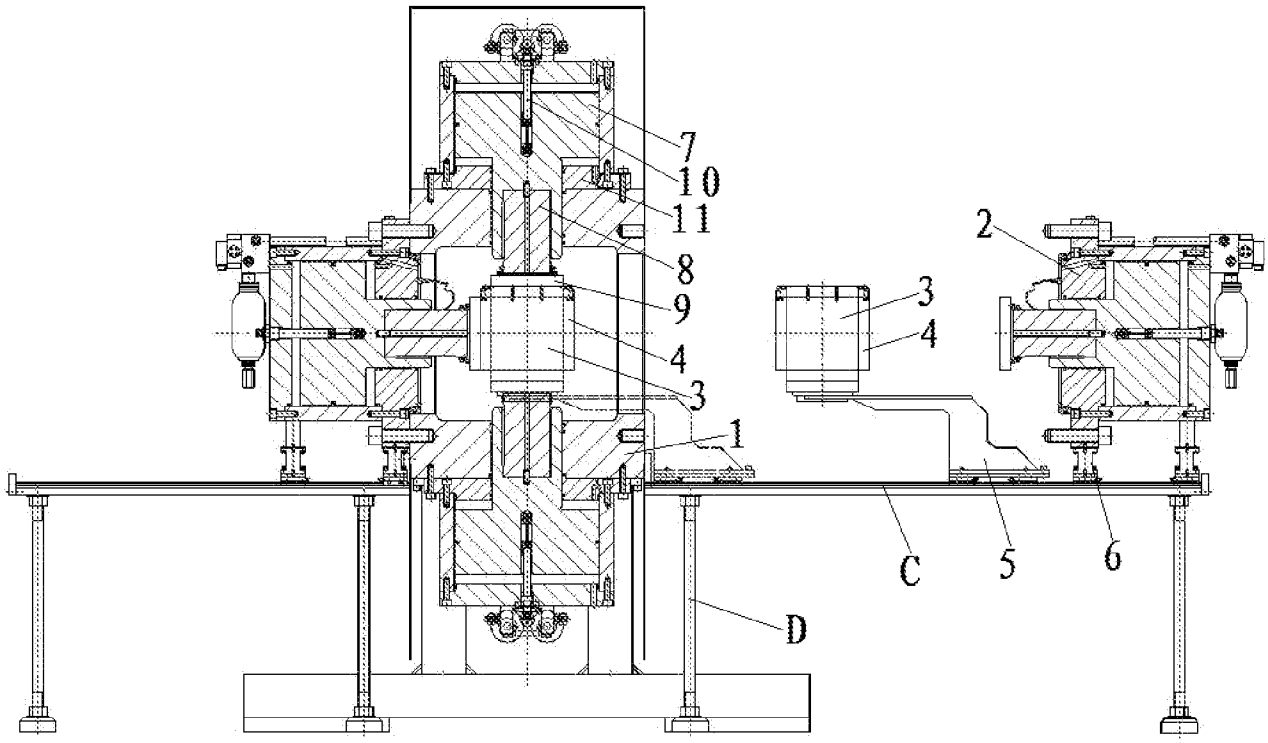


图 1

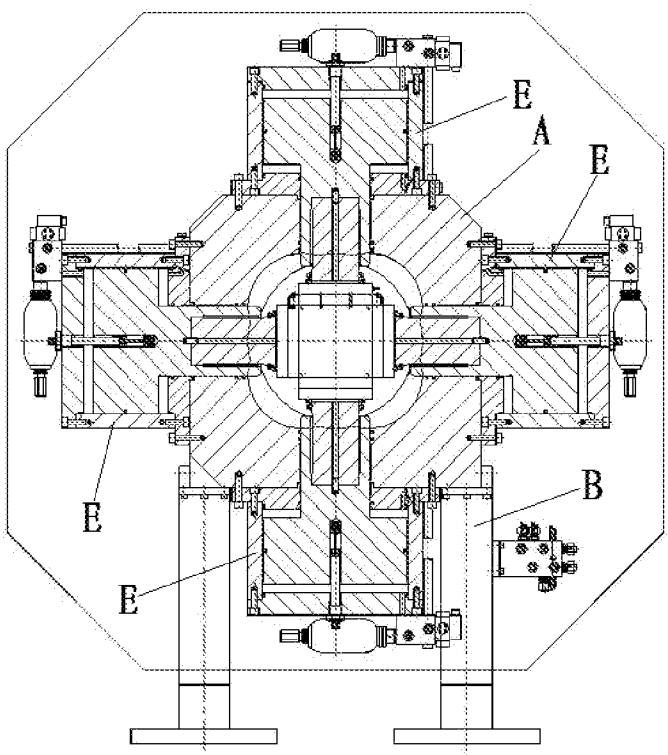


图 2

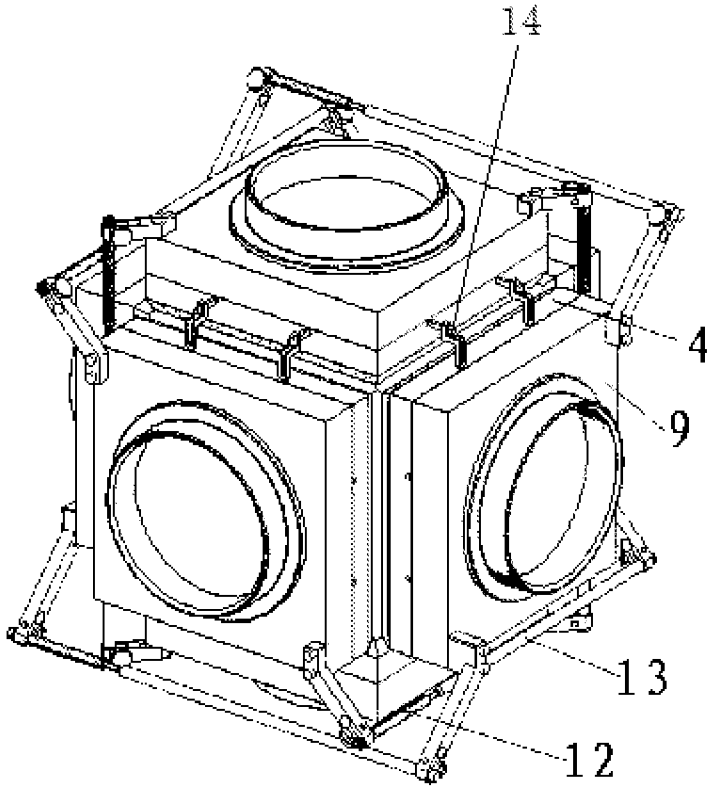


图 3

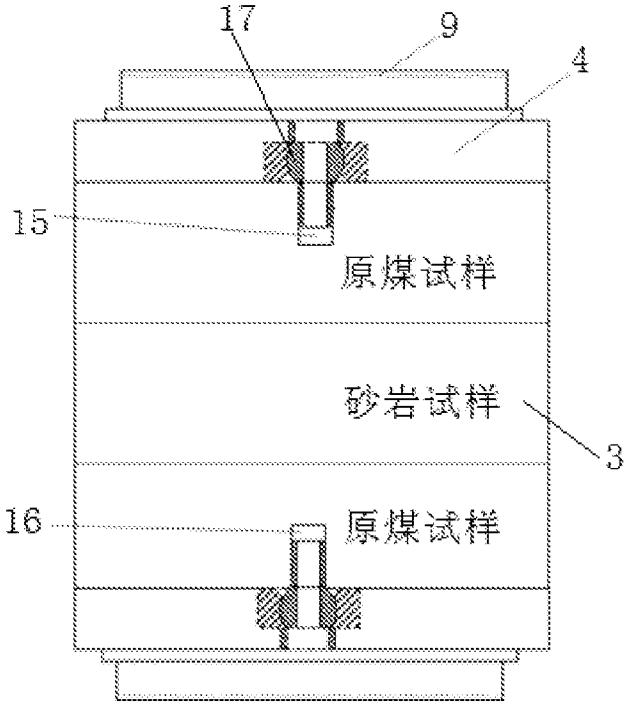


图 4

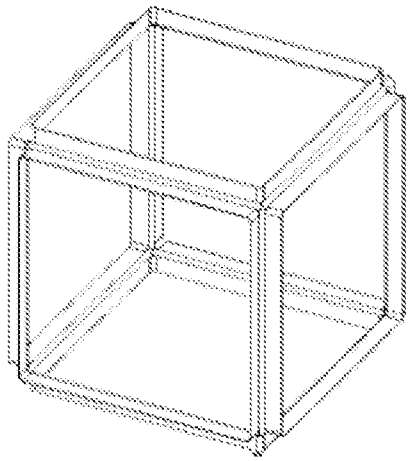


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/079419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 3/12(2006.01)i; E21F 7/00(2006.01)i; G01N 1/36(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N; E21B; E21F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNTXT, CNKI: 真三轴, 三轴, 煤, 煤样, 岩样, 压裂, 裂隙, 瓦斯, three, axial, triaxial, true, stress, pressure, coal, sample, rock, loading

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102735547 A (CHONGQING UNIVERSITY) 17 October 2012 (2012-10-17) description, specific embodiments, and figures 1-20	1-4
Y	CN 105021457 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 04 November 2015 (2015-11-04) description, paragraphs 17-23	1-4
A	CN 108333050 A (CHINA NAT OFFSHORE OIL CORP. et al.) 27 July 2018 (2018-07-27) entire document	1-4
A	CN 104655495 A (TAIYUAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 27 May 2015 (2015-05-27) entire document	1-4
A	CN 201464331 U (CHONGQING UNIVERSITY) 12 May 2010 (2010-05-12) entire document	1-4
A	US 3796091 A (SERATA S) 12 March 1974 (1974-03-12) entire document	1-4
A	US 2019033198 A1 (ATAPOUR HADI et al.) 31 January 2019 (2019-01-31) entire document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 December 2020	**16 December 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/079419

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 102735547 A	17 October 2012	None	
CN 105021457 A	04 November 2015	None	
CN 108333050 A	27 July 2018	None	
CN 104655495 A	27 May 2015	None	
CN 201464331 U	12 May 2010	None	
US 3796091 A	12 March 1974	GB 1429800 A	24 March 1976
		DE 2349181 A1	11 April 1974
		ZA 7307460 A	28 August 1974
		AU 472213 B2	20 May 1976
		DE 2349181 C3	02 October 1975
		ZA 737460 B	28 August 1974
		CA 990098 A	01 June 1976
		FR 2201761 A5	26 April 1974
		AU 6050873 A	20 March 1975
		DE 2349181 B2	20 February 1975
US 2019033198 A1	31 January 2019	US 10712252 B2	14 July 2020
		WO 2019069205 A1	11 April 2019

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/079419

A. 主题的分类

G01N 3/12(2006.01)i; E21F 7/00(2006.01)i; G01N 1/36(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01N; E21B; E21F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS,VEN,CNTXT,CNKI: 真三轴，三轴，煤，煤样，岩样，压裂，裂隙，瓦斯，three,axial,triaxial,true,stress,pressure,coal,sample,rock,loading

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 102735547 A (重庆大学) 2012年 10月 17日 (2012-10-17) 说明书具体实施方式，附图1-20	1-4
Y	CN 105021457 A (山东科技大学) 2015年 11月 4日 (2015-11-04) 说明书第17-23段	1-4
A	CN 108333050 A (中国海洋石油集团有限公司等) 2018年 7月 27日 (2018-07-27) 全文	1-4
A	CN 104655495 A (太原理工大学) 2015年 5月 27日 (2015-05-27) 全文	1-4
A	CN 201464331 U (重庆大学) 2010年 5月 12日 (2010-05-12) 全文	1-4
A	US 3796091 A (SERATA S) 1974年 3月 12日 (1974-03-12) 全文	1-4
A	US 2019033198 A1 (ATAPOUR HADI等) 2019年 1月 31日 (2019-01-31) 全文	1-4

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2020年 12月 4日	2020年 12月 16日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 刘建平 电话号码 (86-10)62085414

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/079419

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102735547	A	2012年 10月 17日	无			
CN	105021457	A	2015年 11月 4日	无			
CN	108333050	A	2018年 7月 27日	无			
CN	104655495	A	2015年 5月 27日	无			
CN	201464331	U	2010年 5月 12日	无			
US	3796091	A	1974年 3月 12日	GB	1429800	A	1976年 3月 24日
				DE	2349181	A1	1974年 4月 11日
				ZA	7307460	A	1974年 8月 28日
				AU	472213	B2	1976年 5月 20日
				DE	2349181	C3	1975年 10月 2日
				ZA	737460	B	1974年 8月 28日
				CA	990098	A	1976年 6月 1日
				FR	2201761	A5	1974年 4月 26日
				AU	6050873	A	1975年 3月 20日
				DE	2349181	B2	1975年 2月 20日
US	2019033198	A1	2019年 1月 31日	US	10712252	B2	2020年 7月 14日
				WO	2019069205	A1	2019年 4月 11日