



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103940719 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201410150520. 0

(22) 申请日 2014. 04. 15

(73) 专利权人 西安科技大学

地址 710054 陕西省西安市雁塔路中段 58
号

(72) 发明人 张天军 任金虎 李树刚 于胜红
赵佩佩 宋爽 李伟 成小雨
崔巍 张磊

(74) 专利代理机构 西安创知专利事务所 61213
代理人 谭文琰

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006. 01)

审查员 苏会珍

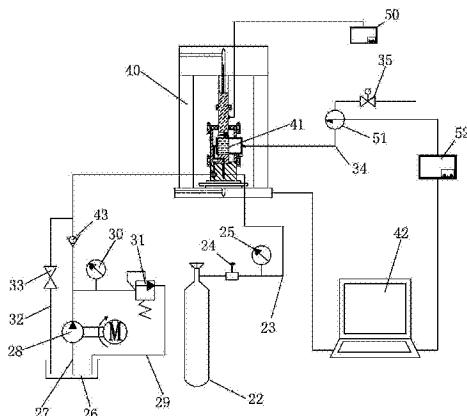
权利要求书5页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

一种煤体渗透特性测试系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种煤体渗透特性测试系统，包括电子万能试验机、渗透特性测试装置、振动检测装置、第一瓦斯气体系统、围压液压系统和计算机；渗透特性测试装置由巷帮模拟机构和巷帮周围环境模拟机构组成，巷帮模拟机构包括挡板、透气板、煤岩样和U型卡套；巷帮周围环境模拟机构包括底座、缸筒、下压头、上半凹面压头、上半凸面压头和活塞；第一瓦斯气体系统包括第一瓦斯气体罐、第一减压阀和第一气压表；围压液压系统包括围压液箱、液压泵、单向阀、围压液压力表和围压液溢流阀；本发明还提供了一种煤体渗透特性测试方法。本发明轴压、围压和瓦斯气体压力可控，能够对巷帮煤岩体和矿井深部煤岩体受扰动影响的气体渗透特性进行测试，测试精度高。



1. 一种煤体渗透特性测试系统,其特征在于:包括电子万能试验机(40)、渗透特性测试装置(41)、振动检测装置(50)、第一瓦斯气体系统、围压液压系统和计算机(42),所述渗透特性测试装置(41)对中放置在电子万能试验机(40)的底座上,所述电子万能试验机(40)与计算机(42)相接;

所述渗透特性测试装置(41)由巷帮模拟机构和巷帮周围环境模拟机构组成,所述巷帮模拟机构包括依次对接的挡板(1)、透气板(2)、煤岩样(3)和U型卡套(4),所述挡板(1)、透气板(2)、煤岩样(3)和U型卡套(4)通过电工胶带缠绕固定为一整体,所述U型卡套(4)的外壁上设置有刻度,所述U型卡套(4)上连接有通气管(34),所述通气管(34)上连接有通气阀(35)和气体流量计(51),所述气体流量计(51)上连接有无纸记录仪(52),所述无纸记录仪(52)与计算机(42)相接,所述挡板(1)中部设置有第一进气通道(5),所述透气板(2)中部设置有与第一进气通道(5)相连通的第二进气通道(6),所述透气板(2)上位于第二进气通道(6)的四周设置有辐射状的透气孔道(7);所述巷帮周围环境模拟机构包括底座(8)、固定连接在底座(8)顶部的缸筒(9)和固定连接在缸筒(9)顶部的筒盖(10),所述缸筒(9)中部侧壁上开有供巷帮模拟机构插入的巷帮模拟机构插入孔,所述底座(8)顶部中间位置处设置有凹槽,所述凹槽内放置有下压头(11),所述下压头(11)的正上方从下到上依次设置有上半凹面压头(39)、上半凸面压头(12)和活塞(13),所述活塞(13)穿过筒盖(10),且筒盖(10)的中间位置处设置有供活塞(13)穿过的通孔,位于筒盖(10)外部的活塞(13)的中部设置有环状凸起(36),所述活塞(13)上套装有位于环状凸起(36)上部的扰动环(37),所述振动检测装置(50)的振动检测探头安放于位于筒盖(10)外部的活塞(13)的表面上,所述活塞(13)的上端面位于所述电子万能试验机(40)的压头的正下方,所述巷帮模拟机构从所述巷帮模拟机构插入孔插入缸筒(9)内部,且煤岩样(3)对正位于下压头(11)的上端面与上半凹面压头(39)的下端面之间,U型卡套(4)卡合连接在所述巷帮模拟机构插入孔内;所述底座(8)上设置有第三进气通道(14)和与第三进气通道(14)相连通的气体入口(15),所述下压头(11)上设置有与第三进气通道(14)相连通的第四进气通道(16),所述第四进气通道(16)通过第一气体传输管路(17)与第一进气通道(5)相连通;所述底座(8)上设置有与缸筒(9)内部空间相连通的围压液流入通道(18),所述底座(8)侧部设置有与围压液流入通道(18)相连通的围压液入口(19),所述缸筒(9)侧面设有排气口(20),所述排气口(20)上连接有排气口塞(21);

所述第一瓦斯气体系统包括第一瓦斯气体罐(22),所述第一瓦斯气体罐(22)的出气口通过第二气体传输管路(23)与气体入口(15)连接,所述第二气体传输管路(23)上设置有第一减压阀(24)和第一气压表(25);

所述围压液压系统包括围压液箱(26)和一端与围压液箱(26)连接的围压液流入管(27),所述围压液流入管(27)的另一端与围压液入口(19)连接,所述围压液流入管(27)上连接有液压泵(28)和单向阀(43),位于液压泵(28)和单向阀(43)之间的一段围压液流入管(27)上连接有围压液溢流管(29),所述围压液溢流管(29)上连接有围压液压力表(30)和围压液溢流阀(31),位于单向阀(43)和围压液入口(19)之间的一段围压液流入管(27)上连接有围压液回流管(32),所述围压液回流管(32)上连接有围压液回流阀(33)。

2. 按照权利要求1所述的一种煤体渗透特性测试系统,其特征在于:包括第二瓦斯气体系统,所述第二瓦斯气体系统包括第二瓦斯气体罐(38),所述第二瓦斯气体罐(38)的出

气口通过第三气体传输管路 (47) 与通气管 (34) 连接, 所述第三气体传输管路 (47) 上设置有第二减压阀 (48) 和第二气压表 (49)。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的一种煤体渗透特性测试系统, 其特征在于 : 所述底座 (8) 与下压头 (11) 之间、底座 (8) 与缸筒 (9) 之间、缸筒 (9) 与筒盖 (10) 之间、上半凹面压头 (39) 与上半凸面压头 (12) 之间、U 型卡套 (4) 与缸筒 (9) 之间以及筒盖 (10) 与活塞 (13) 之间均设置有密封圈 (44); 所述缸筒 (9) 通过第二螺栓 (45) 固定连接在底座 (8) 顶部, 所述筒盖 (10) 通过第三螺栓 (46) 固定连接在缸筒 (9) 顶部; 所述第一气体传输管路 (17) 的一端通过第一快速接头与第一进气通道 (5) 相接, 所述第一气体传输管路 (17) 的另一端通过第二快速接头与第四进气通道 (16) 相接。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的一种煤体渗透特性测试系统, 其特征在于 : 所述缸筒 (9) 外轮廓的形状、下压头 (11) 外轮廓的形状、煤岩样 (3) 外轮廓的形状、U 型卡套 (4) 外轮廓的形状和上半凹面压头 (39) 下部外轮廓的形状均为长方体形, 所述煤岩样 (3) 的长度与下压头 (11) 的长度和上半凹面压头 (39) 下部的长度相等, 所述煤岩样 (3) 的宽度与下压头 (11) 的宽度、U 型卡套 (4) 的宽度和上半凹面压头 (39) 下部的宽度相等, 所述煤岩样 (3) 的高度与 U 型卡套 (4) 外轮廓的高度相等; 所述环状凸起 (36) 下表面与活塞 (13) 的下端面之间的距离加上组合后的上半凹面压头 (39) 和上半凸面压头 (12) 的总高度大于筒盖 (10) 的上端面至下压头 (11) 的上端面之间的距离。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的一种煤体渗透特性测试系统, 其特征在于 : 所述振动检测装置 (50) 为型号为 DH5960 的超动态信号测试分析系统。

6. 按照权利要求 2 所述的一种煤体渗透特性测试系统, 其特征在于 : 所述第三气体传输管路 (47) 通过第三快速接头与通气管 (34) 相接。

7. 一种利用如权利要求 1 所述系统进行煤体渗透特性测试的方法, 其特征在于该方法包括以下步骤 :

步骤一、组装煤体渗透特性测试系统, 其具体过程为 :

步骤 101、将依次对接的挡板 (1)、透气板 (2)、煤岩样 (3) 和所述 U 型卡套 (4) 通过电工胶带缠绕固定为一整体, 组合成巷帮模拟机构;

步骤 102、将下压头 (11) 放置在所述凹槽内, 且使第四进气通道 (16) 与第三进气通道 (14) 相连通, 并将第一气体传输管路 (17) 的一端连接在第四进气通道 (16) 上;

步骤 103、将缸筒 (9) 固定连接在底座 (8) 顶部;

步骤 104、将所述巷帮模拟机构具有挡板 (1) 的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内, 并通过观察设置在 U 型卡套 (4) 外壁上的刻度, 使煤岩样 (3) 对正位于下压头 (11) 的上端面上;

步骤 105、将第一气体传输管路 (17) 的另一端连接在第一进气通道 (5) 上;

步骤 106、将上半凹面压头 (39) 对正放置于煤岩样 (3) 的上端面上, 并在上半凹面压头 (39) 的顶部放置上半凸面压头 (12);

步骤 107、将活塞 (13) 穿过设置在筒盖 (10) 中间位置处的通孔中, 并将筒盖 (10) 固定连接在缸筒 (9) 顶部, 同时保证活塞 (13) 的中心与上半凸面压头 (12) 的中心对正;

步骤 108、将扰动环 (37) 套装在活塞 (13) 上位于环状凸起 (36) 上部的位置处;

步骤 109、将第二气体传输管路 (23) 连接到气体入口 (15) 上;

步骤 1010、将围压液流入管 (27) 连接到围压液入口 (19) 上；

步骤 1011、将电子万能试验机 (40) 与计算机 (42) 连接，并将步骤 101～步骤 108 组装完成的渗透特性测试装置 (41) 对中放置在电子万能试验机 (40) 的底座上，且使活塞 (13) 的上端面位于所述电子万能试验机 (40) 的压头的正下方；

步骤二、给煤岩样 (3) 加载轴压：在计算机 (42) 上，打开预先安装好的电子万能试验机软件，操作电子万能试验机软件启动电子万能试验机 (40)，并设定电子万能试验机 (40) 的压头下压活塞 (13) 的速度参数和压力参数，电子万能试验机 (40) 的压头根据设定的速度参数下压活塞 (13)，直到显示在电子万能试验机软件中的压力参数达到设定的压力参数；

步骤三、给煤岩样 (3) 加载围压：取下连接在排气口 (20) 上的排气口塞 (21)，打开排气口 (20)，打开围压液溢流阀 (31) 的进液开关，开启所述围压液压系统，围压液箱 (26) 内的围压液经过液压泵 (28) 加压后经由围压液流入管 (27) 和围压液入口 (19) 流入缸筒 (9) 内，当排气口 (20) 有围压液流出时，将排气口塞 (21) 连接在排气口 (20) 上，关闭排气口 (20)；

步骤四、给煤岩样 (3) 加载瓦斯气体压力：首先，打开通气阀 (35)，然后，打开第一减压阀 (24) 的开关，开启所述第一瓦斯气体系统，第一瓦斯气体罐 (22) 内的瓦斯气体通过第一减压阀 (24) 减压后经由第二气体传输管路 (23) 和气体入口 (15) 进入第一进气通道 (5) 和第二进气通道 (6) 内，并进入透气孔道 (7) 内；

步骤五、对扰动影响下煤岩样 (3) 渗透的瓦斯气体流量进行检测，其具体过程如下：

步骤 501、将振动检测装置 (50) 的振动检测探头安放于位于筒盖 (10) 外部的活塞 (13) 的表面上，开启振动检测装置 (50)；

步骤 502、开启无纸记录仪 (52)；

步骤 503、将扰动环 (37) 提起再放开，使扰动环 (37) 从高处沿着活塞 (13) 向下自由落体式冲击环状凸起 (36)，形成对煤岩样 (3) 的冲击扰动；扰动过程中，振动检测装置 (50) 对扰动产生的振动强度进行检测并存储，同时，气体流量计 (51) 对经过煤岩样 (3) 渗透到 U 型卡套 (4) 内且流入通气管 (34) 内的瓦斯气体流量进行实时检测并将所检测到的流量数据 Q 输出给无纸记录仪 (52)，无纸记录仪 (52) 实时记录气体流量计 (51) 检测到的流量数据 Q 并将流量数据 Q 实时传输给计算机 (42)；

步骤 504、所述计算机 (42) 接收无纸记录仪 (52) 实时传输的流量数据 Q，并绘制出流量数据 Q 随时间 t 变化的曲线。

8. 一种利用如权利要求 2 所述系统进行煤体渗透特性测试的方法，其特征在于该方法包括以下步骤：

步骤一、组装煤体渗透特性测试系统，其具体过程为：

步骤 101、将依次对接的挡板 (1)、透气板 (2)、煤岩样 (3) 和所述 U 型卡套 (4) 通过电工胶带缠绕固定为一整体，组合成巷帮模拟机构；

步骤 102、将下压头 (11) 放置在所述凹槽内，且使第四进气通道 (16) 与第三进气通道 (14) 相连通，并将第一气体传输管路 (17) 的一端连接在第四进气通道 (16) 上；

步骤 103、将缸筒 (9) 固定连接在底座 (8) 顶部；

步骤 104、将所述巷帮模拟机构具有挡板 (1) 的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内，并通过观察设置在 U 型卡套 (4) 外壁上的刻度，使煤岩样 (3) 对正位于下压头 (11) 的上端

面上；

步骤 105、将第一气体传输管路 (17) 的另一端连接在第一进气通道 (5) 上；

步骤 106、将上半凹面压头 (39) 对正放置于煤岩样 (3) 的上端面上，并在上半凹面压头 (39) 的顶部放置上半凸面压头 (12)；

步骤 107、将活塞 (13) 穿过设置在筒盖 (10) 中间位置处的通孔中，并将筒盖 (10) 固定连接在缸筒 (9) 顶部，同时保证活塞 (13) 的中心与上半凸面压头 (12) 的中心对正；

步骤 108、将扰动环 (37) 套装在活塞 (13) 上位于环状凸起 (36) 上部的位置处；

步骤 109、将第二气体传输管路 (23) 连接到气体入口 (15) 上；

步骤 1010、将围压液流入管 (27) 连接到围压液入口 (19) 上；

步骤 1011、将第三气体传输管路 (47) 连接到通气管 (34) 上；

步骤 1012、将电子万能试验机 (40) 与计算机 (42) 连接，并将步骤 101 ~ 步骤 108 组装完成的渗透特性测试装置 (41) 对中放置在电子万能试验机 (40) 的底座上，且使活塞 (13) 的上端面位于所述电子万能试验机 (40) 的压头的正下方；

步骤二、给煤岩样 (3) 加载轴压：在计算机 (42) 上，打开预先安装好的电子万能试验机软件，操作电子万能试验机软件启动电子万能试验机 (40)，并设定电子万能试验机 (40) 的压头下压活塞 (13) 的速度参数和压力参数，电子万能试验机 (40) 的压头根据设定的速度参数下压活塞 (13)，直到显示在电子万能试验机软件中的压力参数达到设定的压力参数；

步骤三、给煤岩样 (3) 加载围压：取下连接在排气口 (20) 上的排气口塞 (21)，打开排气口 (20)，打开围压液溢流阀 (31) 的进液开关，开启所述围压液压系统，围压液箱 (26) 内的围压液经过液压泵 (28) 加压后经由围压液流入管 (27) 和围压液入口 (19) 流入缸筒 (9) 内，当排气口 (20) 有围压液流出时，将排气口塞 (21) 连接在排气口 (20) 上，关闭排气口 (20)；

步骤四、给煤岩样 (3) 加载瓦斯气体压力：首先，打开通气阀 (35)，然后，打开第一减压阀 (24) 的开关和第二减压阀 (48) 的开关，开启所述第一瓦斯气体系统和所述第二瓦斯气体系统，并调节第一减压阀 (24) 和第二减压阀 (48)，使第一气压表 (25) 和第二气压表 (49) 上显示的气体压力相等且均为 a_1 MPa，第一瓦斯气体罐 (22) 内的瓦斯气体通过第一减压阀 (24) 减压后经由第二气体传输管路 (23) 和气体入口 (15) 进入第一进气通道 (5) 和第二进气通道 (6) 内，并进入透气孔道 (7) 内，第二瓦斯气体罐 (38) 内的瓦斯气体通过第二减压阀 (48) 减压后经由第三气体传输管路 (47) 和通气管 (34) 进入 U型卡套 (4) 内；5 ~ 10 分钟后，关闭第一减压阀 (24) 的开关和第二减压阀 (48) 的开关；其中， a_1 的取值范围为 0.5 MPa ~ 0.7 MPa；

步骤五、对扰动影响下煤岩样 (3) 渗透的瓦斯气体流量进行检测，其具体过程如下：

步骤 501、将振动检测装置 (50) 的振动检测探头安放于位于筒盖 (10) 外部的活塞 (13) 的表面上，开启振动检测装置 (50)；

步骤 502、开启无纸记录仪 (52)；

步骤 503、打开第一减压阀 (24) 的开关并调节第一减压阀 (24)，使第一气压表 (25) 上显示的气体压力为 a_2 MPa，10 ~ 20 秒后，关闭第一减压阀 (24) 的开关；其中， $a_2 > a_1$ 且 $a_2 - a_1$ 的取值范围为 0.3 MPa ~ 0.6 MPa；

步骤 504、将扰动环 (37) 提起再放开，使扰动环 (37) 从高处沿着活塞 (13) 向下自由

落体式冲击环状凸起(36),形成对煤岩样(3)的冲击扰动;扰动过程中,振动检测装置(50)对扰动产生的振动强度进行检测并存储;气体流量计(51)对经过煤岩样(3)渗透到U型卡套(4)内且流入通气管(34)内的瓦斯气体流量进行实时检测并将所检测到的流量数据Q输出给无纸记录仪(52),无纸记录仪(52)实时记录气体流量计(51)检测到的流量数据Q并将流量数据Q实时传输给计算机(42);

步骤505、所述计算机(42)接收无纸记录仪(52)实时传输的流量数据Q,并绘制出流量数据Q随时间t变化的曲线。

9.按照权利要求7或8所述的方法,其特征在于:所述步骤102中在将下压头(11)放置在所述凹槽内之前,先在凹槽内放入密封圈(44);所述步骤103中在将缸筒(9)固定连接在底座(8)顶部之前,先在底座(8)顶部放入密封圈(44);所述步骤104中在将所述巷帮模拟机构具有挡板(1)的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内之前,先在所述巷帮模拟机构插入孔内放入密封圈(44);所述步骤106中在将上半凸面压头(12)放置在上半凹面压头(39)的顶部之前,先在上半凹面压头(39)内放入密封圈(44);所述步骤107中在将活塞(13)穿过设置在筒盖(10)中间位置处的通孔中之前,先在设置在筒盖(10)中间位置处的通孔中放入密封圈(44);所述步骤107中在将筒盖(10)固定连接在缸筒(9)顶部之前,先在缸筒(9)顶部放入密封圈(44);所述步骤103中将缸筒(9)固定连接在底座(8)顶部是采用第二螺栓(45);所述步骤107中将筒盖(10)固定连接在缸筒(9)顶部是采用第三螺栓(46)。

10.按照权利要求7或8所述的方法,其特征在于:所述步骤二中设定的电子万能试验机(40)的压头下压活塞(13)的速度参数为0.4mm/min~0.6mm/min,所述步骤二中设定的电子万能试验机(40)的压头下压活塞(13)的压力参数为3MPa~5MPa。

一种煤体渗透特性测试系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于煤岩体的渗透特性研究技术领域,具体涉及一种煤体渗透特性测试系统及方法。

背景技术

[0002] 煤岩体的渗透特性是研究矿井下采矿时矿井发生煤与瓦斯突出和突水的基础,故研究煤岩体的渗透特性具有重要的工程意义。国内外学者对煤岩体的渗透特性研究大多是通过实验室做试验方式进行,试验可分为两类:第一类是通过液体渗透测流量的方式进行煤岩体液体渗透特性测试;第二类是通过气体渗透测流量的方式进行煤岩体气体渗透特性测试,进行煤岩体液体渗透特性测试和气体渗透特性测试时的试验方法又均分为两种:一种是在压差稳定的情况下,测量流体渗透过煤岩体的流量,即稳态法;由于巷帮煤岩体裸露在巷道内的侧面受气体压力为大气压力,内部气体压力稳定在一定值,因此稳态法主要用于对巷帮煤岩体的渗透特性进行测试;另一种是压差变化过程中,测量流体渗透过煤岩体的流量关于时间的关系,即瞬态法;由于矿井深部的煤岩体内部瓦斯常常因气体压力差的存在而沿着煤岩体内部裂隙和孔隙运移,也因运移过程中压力差减小,运移速度和流量发生变化,因此瞬态法主要用于对矿井深部煤岩体的渗透特性进行测试。

[0003] 目前,采用稳态法和瞬态法进行煤岩体液体渗透特性测试的技术已较为成熟,但是,采用稳态法和瞬态法进行煤岩体气体渗透特性测试的技术还处在研发阶段,存在以下的缺陷和不足:(1)虽然能够实现气体的三轴渗流试验,但是在三轴渗流试验中的围压不可控制,不能为工程技术人员提供围压因素的数据,因而工程技术人员也就无法研究围压对煤岩体气体渗透特性测试的影响;但矿井的不同深度处,煤岩体所受的围压大小不同,而煤岩体的气体渗透特性也会因围压大小的不同而改变;(2)在气体的单轴渗流试验和三轴渗流试验中,均未考虑扰动因素的影响,但矿井下的煤岩体往往因掘进巷道和采煤等因素受到不同程度的扰动影响,进而煤岩体内部裂隙演化和分布规律发生变化,导致煤岩体的渗流特性发生改变,从而改变了煤岩体的瓦斯涌出等规律,故研究扰动因素对煤岩体的渗透特性具有重要的现实意义。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足,提供一种结构简单,组装方便,使用操作便捷,轴压、围压和瓦斯气体压力可控的煤体渗透特性测试系统。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种煤体渗透特性测试系统,其特征在于:包括电子万能试验机、渗透特性测试装置、振动检测装置、第一瓦斯气体系统、围压液压系统和计算机,所述渗透特性测试装置对中放置在电子万能试验机的底座上,所述电子万能试验机与计算机相接;

[0006] 所述渗透特性测试装置由巷帮模拟机构和巷帮周围环境模拟机构组成,所述巷帮模拟机构包括依次对接的挡板、透气板、煤岩样和U型卡套,所述挡板、透气板、煤岩样和U

型卡套通过电工胶带缠绕固定为一整体，所述U型卡套的外壁上设置有刻度，所述U型卡套上连接有通气管，所述通气管上连接有通气阀和气体流量计，所述气体流量计上连接有无纸记录仪，所述无纸记录仪与计算机相接，所述挡板中部设置有第一进气通道，所述透气板中部设置有与第一进气通道相连通的第二进气通道，所述透气板上位于第二进气通道的四周设置有辐射状的透气孔道；所述巷帮周围环境模拟机构包括底座、固定连接在底座顶部的缸筒和固定连接在缸筒顶部的筒盖，所述缸筒中部侧壁上开有供巷帮模拟机构插入的巷帮模拟机构插入孔，所述底座顶部中间位置处设置有凹槽，所述凹槽内放置有下压头，所述下压头的正上方从下到上依次设置有上半凹面压头、上半凸面压头和活塞，所述活塞穿过筒盖，且筒盖的中间位置处设置有供活塞穿过的通孔，位于筒盖外部的活塞的中部设置有环状凸起，所述活塞上套装有位于环状凸起上部的扰动环，所述振动检测装置的振动检测探头安放于位于筒盖外部的活塞的表面上，所述活塞的上端面位于所述电子万能试验机的压头的正下方，所述巷帮模拟机构从所述巷帮模拟机构插入孔插入缸筒内部，且煤岩样对正位于下压头的上端面与上半凹面压头的下端面之间，U型卡套卡合连接在所述巷帮模拟机构插入孔内；所述底座上设置有第三进气通道和与第三进气通道相连通的气体入口，所述下压头上设置有与第三进气通道相连通的第四进气通道，所述第四进气通道通过第一气体传输管路与第一进气通道相连通；所述底座上设置有与缸筒内部空间相连通的围压液流入通道，所述底座侧部设置有与围压液流入通道相连通的围压液入口，所述缸筒侧面设有排气口，所述排气口上连接有排气口塞；

[0007] 所述第一瓦斯气体系统包括第一瓦斯气体罐，所述第一瓦斯气体罐的出气口通过第二气体传输管路与气体入口连接，所述第二气体传输管路上设置有第一减压阀和第一气压表；

[0008] 所述围压液压系统包括围压液箱和一端与围压液箱连接的围压液流入管，所述围压液流入管的另一端与围压液入口连接，所述围压液流入管上连接有液压泵和单向阀，位于液压泵和单向阀之间的一段围压液流入管上连接有围压液溢流管，所述围压液溢流管上连接有围压液压力表和围压液溢流阀，位于单向阀和围压液入口之间的一段围压液流入管上连接有围压液回流管，所述围压液回流管上连接有围压液回流阀。

[0009] 上述的一种煤体渗透特性测试系统，其特征在于：包括第二瓦斯气体系统，所述第二瓦斯气体系统包括第二瓦斯气体罐，所述第二瓦斯气体罐的出气口通过第三气体传输管路与通气管连接，所述第三气体传输管路上设置有第二减压阀和第二气压表。

[0010] 上述的一种煤体渗透特性测试系统，其特征在于：所述底座与下压头之间、底座与缸筒之间、缸筒与筒盖之间、上半凹面压头与上半凸面压头之间、U型卡套与缸筒之间以及筒盖与活塞之间均设置有密封圈；所述缸筒通过第二螺栓固定连接在底座顶部，所述筒盖通过第三螺栓固定连接在缸筒顶部；所述第一气体传输管路的一端通过第一快速接头与第一进气通道相接，所述第一气体传输管路的另一端通过第二快速接头与第四进气通道相接。

[0011] 上述的一种煤体渗透特性测试系统，其特征在于：所述缸筒外轮廓的形状、下压头外轮廓的形状、煤岩样外轮廓的形状、U型卡套外轮廓的形状和上半凹面压头下部外轮廓的形状均为长方体形，所述煤岩样的长度与下压头的长度和上半凹面压头下部的长度相等，所述煤岩样的宽度与下压头的宽度、U型卡套的宽度和上半凹面压头下部的宽度相等，所述

煤岩样的高度与 U 型卡套外轮廓的高度相等；所述环状凸起下表面与活塞的下端面之间的距离加上组合后的上半凹面压头和上半凸面压头的总高度大于筒盖的上端面至下压头的上端面之间的距离。

[0012] 上述的一种煤体渗透特性测试系统，其特征在于：所述振动检测装置为型号为 DH5960 的超动态信号测试分析系统。

[0013] 上述的一种煤体渗透特性测试系统，其特征在于：所述第三气体传输管路通过第三快速接头与通气管相接。

[0014] 本发明还提供了一种方法步骤简单、测试精度高的受扰动影响下的基于稳态法的煤体渗透特性测试方法，其特征在于该方法包括以下步骤：

[0015] 步骤一、组装煤体渗透特性测试系统，其具体过程为：

[0016] 步骤 101、将依次对接的挡板、透气板、煤岩样和所述 U 型卡套通过电工胶带缠绕固定为一整体，组合成巷帮模拟机构；

[0017] 步骤 102、将下压头放置在所述凹槽内，且使第四进气通道与第三进气通道相连通，并将第一气体传输管路的一端连接在第四进气通道上；

[0018] 步骤 103、将缸筒固定连接在底座顶部；

[0019] 步骤 104、将所述巷帮模拟机构具有挡板的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内，并通过观察设置在 U 型卡套外壁上的刻度，使煤岩样对正位于下压头的上端面上；

[0020] 步骤 105、将第一气体传输管路的另一端连接在第一进气通道上；

[0021] 步骤 106、将上半凹面压头对正放置于煤岩样的上端面上，并在上半凹面压头的顶部放置上半凸面压头；

[0022] 步骤 107、将活塞穿过设置在筒盖中间位置处的通孔中，并将筒盖固定连接在缸筒顶部，同时保证活塞的中心与上半凸面压头的中心对正；

[0023] 步骤 108、将扰动环套装在活塞上位于环状凸起上部的位置处；

[0024] 步骤 109、将第二气体传输管路连接到气体入口上；

[0025] 步骤 1010、将围压液流入管连接到围压液入口上；

[0026] 步骤 1011、将电子万能试验机与计算机连接，并将步骤 101～步骤 108 组装完成的渗透特性测试装置对中放置在电子万能试验机的底座上，且使活塞的上端面位于所述电子万能试验机的压头的正下方；

[0027] 步骤二、给煤岩样加载轴压：在计算机上，打开预先安装好的电子万能试验机软件，操作电子万能试验机软件启动电子万能试验机，并设定电子万能试验机的压头下压活塞的速度参数和压力参数，电子万能试验机的压头根据设定的速度参数下压活塞，直到显示在电子万能试验机软件中的压力参数达到设定的压力参数；

[0028] 步骤三、给煤岩样加载围压：取下连接在排气口上的排气口塞，打开排气口，打开围压液溢流阀的进液开关，开启所述围压液压系统，围压液箱内的围压液经过液压泵加压后经由围压液流入管和围压液入口流入缸筒内，当排气口有围压液流出时，将排气口塞连接在排气口上，关闭排气口；

[0029] 步骤四、给煤岩样加载瓦斯气体压力：首先，打开通气阀，然后，打开第一减压阀的开关，开启所述第一瓦斯气体系统，第一瓦斯气体罐内的瓦斯气体通过第一减压阀减压后经由第二气体传输管路和气体入口进入第一进气通道和第二进气通道内，并进入透气孔道

内；

[0030] 步骤五、对扰动影响下煤岩样渗透的瓦斯气体流量进行检测，其具体过程如下：

[0031] 步骤 501、将振动检测装置的振动检测探头安放于位于筒盖外部的活塞的表面上，开启振动检测装置；

[0032] 步骤 502、开启无纸记录仪；

[0033] 步骤 503、将扰动环提起再放开，使扰动环从高处沿着活塞向下自由落体式冲击环状凸起，形成对煤岩样的冲击扰动；扰动过程中，振动检测装置对扰动产生的振动强度进行检测并存储，同时，气体流量计对经过煤岩样渗透到 U 型卡套内且流入通气管内的瓦斯气体流量进行实时检测并将所检测到的流量数据 Q 输出给无纸记录仪，无纸记录仪实时记录气体流量计检测到的流量数据 Q 并将流量数据 Q 实时传输给计算机；

[0034] 步骤 504、所述计算机接收无纸记录仪实时传输的流量数据 Q，并绘制出流量数据 Q 随时间 t 变化的曲线。

[0035] 本发明还提供了一种方法步骤简单、测试精度高的受扰动影响下的基于瞬态法的煤体渗透特性测试方法，其特征在于该方法包括以下步骤：

[0036] 步骤一、组装煤体渗透特性测试系统，其具体过程为：

[0037] 步骤 101、将依次对接的挡板、透气板、煤岩样和所述 U 型卡套通过电工胶带缠绕固定为一整体，组合成巷帮模拟机构；

[0038] 步骤 102、将下压头放置在所述凹槽内，且使第四进气通道与第三进气通道相连通，并将第一气体传输管路的一端连接在第四进气通道上；

[0039] 步骤 103、将缸筒固定连接在底座顶部；

[0040] 步骤 104、将所述巷帮模拟机构具有挡板的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内，并通过观察设置在 U 型卡套外壁上的刻度，使煤岩样对正位于下压头的上端面上；

[0041] 步骤 105、将第一气体传输管路的另一端连接在第一进气通道上；

[0042] 步骤 106、将上半凹面压头对正放置于煤岩样的上端面上，并在上半凹面压头的顶部放置上半凸面压头；

[0043] 步骤 107、将活塞穿过设置在筒盖中间位置处的通孔中，并将筒盖固定连接在缸筒顶部，同时保证活塞的中心与上半凸面压头的中心对正；

[0044] 步骤 108、将扰动环套装在活塞上位于环状凸起上部的位置处；

[0045] 步骤 109、将第二气体传输管路连接到气体入口上；

[0046] 步骤 1010、将围压液流入管连接到围压液入口上；

[0047] 步骤 1011、将第三气体传输管路连接到通气管上；

[0048] 步骤 1012、将电子万能试验机与计算机连接，并将步骤 101～步骤 108 组装完成的渗透特性测试装置对中放置在电子万能试验机的底座上，且使活塞的上端面位于所述电子万能试验机的压头的正下方；

[0049] 步骤二、给煤岩样加载轴压：在计算机上，打开预先安装好的电子万能试验机软件，操作电子万能试验机软件启动电子万能试验机，并设定电子万能试验机的压头下压活塞的速度参数和压力参数，电子万能试验机的压头根据设定的速度参数下压活塞，直到显示在电子万能试验机软件中的压力参数达到设定的压力参数；

[0050] 步骤三、给煤岩样加载围压：取下连接在排气口上的排气口塞，打开排气口，打开

围压液溢流阀的进液开关,开启所述围压液压系统,围压液箱内的围压液经过液压泵加压后经由围压液流入管和围压液入口流入缸筒内,当排气口有围压液流出时,将排气口塞连接在排气口上,关闭排气口;

[0051] 步骤四、给煤岩样加载瓦斯气体压力:首先,打开通气阀,然后,打开第一减压阀的开关和第二减压阀的开关,开启所述第一瓦斯气体系统和所述第二瓦斯气体系统,并调节第一减压阀和第二减压阀,使第一气压表和第二气压表上显示的气体压力相等且均为 a_1 MPa,第一瓦斯气体罐内的瓦斯气体通过第一减压阀减压后经由第二气体传输管路和气体入口进入第一进气通道和第二进气通道内,并进入透气孔道内,第二瓦斯气体罐内的瓦斯气体通过第二减压阀减压后经由第三气体传输管路和通气管进入U型卡套内;5~10分钟后,关闭第一减压阀的开关和第二减压阀的开关;其中, a_1 的取值范围为0.5MPa~0.7MPa;

[0052] 步骤五、对扰动影响下煤岩样渗透的瓦斯气体流量进行检测,其具体过程如下:

[0053] 步骤501、将振动检测装置的振动检测探头安放于位于筒盖外部的活塞的表面上,开启振动检测装置;

[0054] 步骤502、开启无纸记录仪;

[0055] 步骤503、打开第一减压阀的开关并调节第一减压阀,使第一气压表上显示的气体压力为 a_2 MPa,10~20秒后,关闭第一减压阀的开关;其中, $a_2>a_1$ 且 a_2-a_1 的取值范围为0.3MPa~0.6MPa;

[0056] 步骤504、将扰动环提起再放开,使扰动环从高处沿着活塞向下自由落体式冲击环状凸起,形成对煤岩样的冲击扰动;扰动过程中,振动检测装置对扰动产生的振动强度进行检测并存储;气体流量计对经过煤岩样渗透到U型卡套内且流入通气管内的瓦斯气体流量进行实时检测并将所检测到的流量数据Q输出给无纸记录仪,无纸记录仪实时记录气体流量计检测到的流量数据Q并将流量数据Q实时传输给计算机;

[0057] 步骤505、所述计算机接收无纸记录仪实时传输的流量数据Q,并绘制出流量数据Q随时间t变化的曲线。

[0058] 上述的方法,其特征在于:所述步骤102中在将下压头放置在所述凹槽内之前,先在凹槽内放入密封圈;所述步骤103中在将缸筒固定连接在底座顶部之前,先在底座顶部放入密封圈;所述步骤104中在将所述巷帮模拟机构具有挡板的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内之前,先在所述巷帮模拟机构插入孔内放入密封圈;所述步骤106中在将上半凸面压头放置在上半凹面压头的顶部之前,先在上半凹面压头内放入密封圈;所述步骤107中在将活塞穿过设置在筒盖中间位置处的通孔中之前,先在设置在筒盖中间位置处的通孔中放入密封圈;所述步骤107中在将筒盖固定连接在缸筒顶部之前,先在缸筒顶部放入密封圈;所述步骤103中将缸筒固定连接在底座顶部是采用第二螺栓;所述步骤107中将筒盖固定连接在缸筒顶部是采用第三螺栓。

[0059] 上述的方法,其特征在于:所述步骤二中设定的电子万能试验机的压头下压活塞的速度参数为0.4mm/min~0.6mm/min,所述步骤二中设定的电子万能试验机的压头下压活塞的压力参数为3MPa~5MPa。

[0060] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0061] 1、本发明煤体渗透特性测试系统的结构简单,组装方便,使用操作便捷。

[0062] 2、本发明的渗透特性测试装置由巷帮模拟机构和巷帮周围环境模拟机构组成,通过与电子万能试验机、渗透特性测试装置、振动检测装置、第一瓦斯气体系统、第二瓦斯气体系统、围压液压系统和计算机配合使用,不仅能够在轴压、围压和瓦斯气体压力可控的前提下进行扰动影响下稳态法测定煤岩体气体渗流特性的实验,对巷帮煤岩体(巷帮煤岩体裸露在巷道内的测量气体压力为大气压力,内部气体压力稳定在一定值)受扰动影响的气体渗透特性进行测试;还能够在轴压、围压和瓦斯气体压力可控的前提下进行扰动影响下瞬态法测定煤岩体气体渗流特性的实验,对矿井深部的煤岩体受扰动影响的气体渗透特性进行测试;实验记录的数据提供给工程技术人员,能够为工程技术人员研究围压对煤岩体气体渗透特性测试的影响提供依据,且能够为工程技术人员研究扰动因素对煤岩体的气体渗透特性的影响提供实验佐证。

[0063] 3、本发明的透气板上位于第二进气通道的四周设置有辐射状的透气孔道,瓦斯气能够通过透气板上的透气孔道对煤岩样进行瓦斯面加压,加压效果好,能够真实地模拟煤矿井下瓦斯气体压力对煤岩体的作用。

[0064] 4、本发明的U型卡套外壁上设置有刻度,能够通过观察设置在U型卡套外壁上的刻度,使煤岩样对正位于下压头的上端面上,且能够使电子万能试验机的压头通过活塞对煤岩样进行准确地加载轴压,有助于提高煤体渗透特性测试的精度。

[0065] 5、本发明使用时,能通过记录扰动产生的振动强度和扰动时间,为研究扰动产生的振动强度和扰动时间对煤体渗透特性的影响效果提供依据。

[0066] 6、本发明的功能完备,实用性强,使用效果好,便于推广使用。

[0067] 综上所述,本发明的设计合理,实现方便,轴压、围压和瓦斯气体压力可控,能够对巷帮煤岩体和矿井深部的煤岩体受扰动影响的气体渗透特性进行测试,测试精度高,功能完备,实用性强。

[0068] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0069] 图1为本发明实施例1的结构示意图。

[0070] 图2为本发明实施例2的结构示意图。

[0071] 图3为本发明渗透特性测试装置的结构示意图。

[0072] 附图标记说明:

[0073] 1—挡板;	[0073] 2—透气板;	[0073] 3—煤岩样;
[0074] 4—U型卡套;	[0074] 5—第一进气通道;	[0074] 6—第二进气通道;
[0075] 7—透气孔道;	[0075] 8—底座;	[0075] 9—缸筒;
[0076] 10—筒盖;	[0076] 11一下压头;	[0076] 12—上半凸面压头;
[0077] 13—活塞;	[0077] 14—第三进气通道;	[0077] 15—气体入口;
[0078] 16—第四进气通道;	[0078] 17—第一气体传输管路;	
[0079] 18—围压液流入通道;	[0079] 19—围压液入口;	[0079] 20—排气口;
[0080] 21—排气口塞;	[0080] 22—第一瓦斯气体罐;	
[0081] 23—第二气体传输管路;		[0081] 24—第一减压阀;
[0082] 25—第一气压表;	[0082] 26—围压液箱;	[0082] 27—围压液流入管;

[0083]	28—液压泵；	29—围压液溢流管；	30—围压液压力表；
[0084]	31—围压液溢流阀；	32—围压液回流管；	33—围压液回流阀；
[0085]	34—通气管；	35—通气阀；	36—环状凸起；
[0086]	37—扰动环；	38—第二瓦斯气体罐；	39—上半凹面压头；
[0087]	40—电子万能试验机；	41—渗透特性测试装置；	
[0088]	42—计算机；	43—单向阀；	44—密封圈；
[0089]	45—第二螺栓；	46—第三螺栓；	
[0090]	47—第三气体传输管路；		48—第二减压阀；
[0091]	49—第二气压表；	50—振动检测装置；	51—气体流量计；
[0092]	52—无纸记录仪。		

具体实施方式

[0093] 实施例 1

[0094] 如图 1 和图 3 所示,本发明的一种煤体渗透特性测试系统,包括电子万能试验机 40、渗透特性测试装置 41、振动检测装置 50、第一瓦斯气体系统、围压液压系统和计算机 42,所述渗透特性测试装置 41 对中放置在电子万能试验机 40 的底座上,所述电子万能试验机 40 与计算机 42 相接;

[0095] 所述渗透特性测试装置 41 由巷帮模拟机构和巷帮周围环境模拟机构组成,所述巷帮模拟机构包括依次对接的挡板 1、透气板 2、煤岩样 3 和 U 型卡套 4,所述挡板 1、透气板 2、煤岩样 3 和 U 型卡套 4 通过电工胶带缠绕固定为一整体,所述 U 型卡套 4 的外壁上设置有刻度,所述 U 型卡套 4 上连接有通气管 34,所述通气管 34 上连接有通气阀 35 和气体流量计 51,所述气体流量计 51 上连接有无纸记录仪 52,所述无纸记录仪 52 与计算机 42 相接,所述挡板 1 中部设置有第一进气通道 5,所述透气板 2 中部设置有与第一进气通道 5 相连通的第二进气通道 6,所述透气板 2 上位于第二进气通道 6 的四周设置有辐射状的透气孔道 7;所述巷帮周围环境模拟机构包括底座 8、固定连接在底座 8 顶部的缸筒 9 和固定连接在缸筒 9 顶部的筒盖 10,所述缸筒 9 中部侧壁上开有供巷帮模拟机构插入的巷帮模拟机构插入孔,所述底座 8 顶部中间位置处设置有凹槽,所述凹槽内放置有下压头 11,所述下压头 11 的正上方从下到上依次设置有上半凹面压头 39、上半凸面压头 12 和活塞 13,所述活塞 13 穿过筒盖 10,且筒盖 10 的中间位置处设置有供活塞 13 穿过的通孔,位于筒盖 10 外部的活塞 13 的中部设置有环状凸起 36,所述活塞 13 上套装有位于环状凸起 36 上部的扰动环 37,所述振动检测装置 50 的振动检测探头安放于位于筒盖 10 外部的活塞 13 的表面上,所述活塞 13 的上端面位于所述电子万能试验机 40 的压头的正下方,所述巷帮模拟机构从所述巷帮模拟机构插入孔插入缸筒 9 内部,且煤岩样 3 对正位于下压头 11 的上端面与上半凹面压头 39 的下端面之间,U 型卡套 4 卡合连接在所述巷帮模拟机构插入孔内;所述底座 8 上设置有第三进气通道 14 和与第三进气通道 14 相连通的气体入口 15,所述下压头 11 上设置有与第三进气通道 14 相连通的第四进气通道 16,所述第四进气通道 16 通过第一气体传输管路 17 与第一进气通道 5 相连通;所述底座 8 上设置有与缸筒 9 内部空间相连通的围压液流入通道 18,所述底座 8 侧部设置有与围压液流入通道 18 相连通的围压液入口 19,所述缸筒 9 侧面设有排气口 20,所述排气口 20 上连接有排气口塞 21;

[0096] 所述第一瓦斯气体系统包括第一瓦斯气体罐 22，所述第一瓦斯气体罐 22 的出气口通过第二气体传输管路 23 与气体入口 15 连接，所述第二气体传输管路 23 上设置有第一减压阀 24 和第一气压表 25；

[0097] 所述围压液压系统包括围压液箱 26 和一端与围压液箱 26 连接的围压液流入管 27，所述围压液流入管 27 的另一端与围压液入口 19 连接，所述围压液流入管 27 上连接有液压泵 28 和单向阀 43，位于液压泵 28 和单向阀 43 之间的一段围压液流入管 27 上连接有围压液溢流管 29，所述围压液溢流管 29 上连接有围压液压力表 30 和围压液溢流阀 31，位于单向阀 43 和围压液入口 19 之间的一段围压液流入管 27 上连接有围压液回流管 32，所述围压液回流管 32 上连接有围压液回流阀 33。

[0098] 本实施例中，所述底座 8 与下压头 11 之间、底座 8 与缸筒 9 之间、缸筒 9 与筒盖 10 之间、上半凹面压头 39 与上半凸面压头 12 之间、U 型卡套 4 与缸筒 9 之间以及筒盖 10 与活塞 13 之间均设置有密封圈 44；所述缸筒 9 通过第二螺栓 45 固定连接在底座 8 顶部，所述筒盖 10 通过第三螺栓 46 固定连接在缸筒 9 顶部；所述第一气体传输管路 17 的一端通过第一快速接头与第一进气通道 5 相接，所述第一气体传输管路 17 的另一端通过第二快速接头与第四进气通道 16 相接。

[0099] 本实施例中，所述缸筒 9 外轮廓的形状、下压头 11 外轮廓的形状、煤岩样 3 外轮廓的形状、U 型卡套 4 外轮廓的形状和上半凹面压头 39 下部外轮廓的形状均为长方体形，所述煤岩样 3 的长度与下压头 11 的长度和上半凹面压头 39 下部的长度相等，所述煤岩样 3 的宽度与下压头 11 的宽度、U 型卡套 4 的宽度和上半凹面压头 39 下部的宽度相等，所述煤岩样 3 的高度与 U 型卡套 4 外轮廓的高度相等；所述环状凸起 36 下表面与活塞 13 的下端面之间的距离加上组合后的上半凹面压头 39 和上半凸面压头 12 的总高度大于筒盖 10 的上端面至下压头 11 的上端面之间的距离，能够保证在电子万能试验机 40 的下压头 11 下压活塞 13 的过程中，环状凸起 36 不碰到筒盖 10。

[0100] 本实施例中，所述振动检测装置 50 为型号为 DH5960 的超动态信号测试分析系统。

[0101] 采用本实施例中的一种煤体渗透特性测试系统进行煤体渗透特性测试的方法，包括以下步骤：

[0102] 步骤一、组装煤体渗透特性测试系统，其具体过程为：

[0103] 步骤 101、将依次对接的挡板 1、透气板 2、煤岩样 3 和所述 U 型卡套 4 通过电工胶带缠绕固定为一整体，组合成巷帮模拟机构；

[0104] 步骤 102、将下压头 11 放置在所述凹槽内，且使第四进气通道 16 与第三进气通道 14 相连通，并将第一气体传输管路 17 的一端连接在第四进气通道 16 上；

[0105] 步骤 103、将缸筒 9 固定连接在底座 8 顶部；

[0106] 步骤 104、将所述巷帮模拟机构具有挡板 1 的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内，并通过观察设置在 U 型卡套 4 外壁上的刻度，使煤岩样 3 对正位于下压头 11 的上端面上；具体实施时，已知底座 8 中心至缸筒 9 开有巷帮模拟机构插入孔的一侧侧面的距离为 l_1 ，且已知煤岩样 3 的长度的一半为 l_2 ，通过公式 $l = l_1 - l_2$ 就能够计算得到 U 型卡套 4 伸入缸筒 9 内部的侧面至缸筒 9 开有巷帮模拟机构插入孔的一侧侧面的距离 l ，而该距离 l 能够通过观察设置在 U 型卡套 4 外壁上的刻度得知；

[0107] 步骤 105、将第一气体传输管路 17 的另一端连接在第一进气通道 5 上；

- [0108] 步骤 106、将上半凹面压头 39 对正放置于煤岩样 3 的上端面上，并在上半凹面压头 39 的顶部放置上半凸面压头 12；
- [0109] 步骤 107、将活塞 13 穿过设置在筒盖 10 中间位置处的通孔中，并将筒盖 10 固定连接在缸筒 9 顶部，同时保证活塞 13 的中心与上半凸面压头 12 的中心对正；
- [0110] 步骤 108、将扰动环 37 套装在活塞 13 上位于环状凸起 36 上部的位置处；
- [0111] 步骤 109、将第二气体传输管路 23 连接到气体入口 15 上；
- [0112] 步骤 1010、将围压液流入管 27 连接到围压液入口 19 上；
- [0113] 步骤 1011、将电子万能试验机 40 与计算机 42 连接，并将步骤 101～步骤 108 组装完成的渗透特性测试装置 41 对中放置在电子万能试验机 40 的底座上，且使活塞 13 的上端面位于所述电子万能试验机 40 的压头的正下方；
- [0114] 步骤二、给煤岩样 3 加载轴压：在计算机 42 上，打开预先安装好的电子万能试验机软件，操作电子万能试验机软件启动电子万能试验机 40，并设定电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的速度参数和压力参数，电子万能试验机 40 的压头根据设定的速度参数下压活塞 13，直到显示在电子万能试验机软件中的压力参数达到设定的压力参数；通过在设置不同的电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的压力参数，能够实现对轴压的调节；
- [0115] 步骤三、给煤岩样 3 加载围压：取下连接在排气口 20 上的排气口塞 21，打开排气口 20，打开围压液溢流阀 31 的进液开关，开启所述围压液压系统，围压液箱 26 内的围压液经过液压泵 28 加压后经由围压液流入管 27 和围压液入口 19 流入缸筒 9 内，当排气口 20 有围压液流出时，将排气口塞 21 连接在排气口 20 上，关闭排气口 20；通过在操作围压液溢流阀 31，能够实现对围压的调节；
- [0116] 步骤四、给煤岩样 3 加载瓦斯气体压力：首先，打开通气阀 35，然后，打开第一减压阀 24 的开关，开启所述第一瓦斯气体系统，第一瓦斯气体罐 22 内的瓦斯气体通过第一减压阀 24 减压后经由第二气体传输管路 23 和气体入口 15 进入第一进气通道 5 和第二进气通道 6 内，并进入透气孔道 7 内；通过操作第一减压阀 24，能够实现对瓦斯气体压力大小的调节；
- [0117] 步骤五、对扰动影响下煤岩样 3 渗透的瓦斯气体流量进行检测，其具体过程如下：
- [0118] 步骤 501、将振动检测装置 50 的振动检测探头安放于位于筒盖 10 外部的活塞 13 的表面上，开启振动检测装置 50；
- [0119] 步骤 502、开启无纸记录仪 52；
- [0120] 步骤 503、将扰动环 37 提起再放开，使扰动环 37 从高处沿着活塞 13 向下自由落体式冲击环状凸起 36，形成对煤岩样 3 的冲击扰动；扰动过程中，振动检测装置 50 对扰动产生的振动强度进行检测并存储，同时，气体流量计 51 对经过煤岩样 3 渗透到 U 型卡套 4 内且流入通气管 34 内的瓦斯气体流量进行实时检测并将所检测到的流量数据 Q 输出给无纸记录仪 52，无纸记录仪 52 实时记录气体流量计 51 检测到的流量数据 Q 并将流量数据 Q 实时传输给计算机 42；
- [0121] 步骤 504、所述计算机 42 接收无纸记录仪 52 实时传输的流量数据 Q，并绘制出流量数据 Q 随时间 t 变化的曲线。
- [0122] 另外，实验中还可以记录扰动时间，为研究扰动产生的振动强度和扰动时间对煤体渗透特性的影响效果提供依据。

[0123] 具体实施时,所述步骤 102 中在将下压头 11 放置在所述凹槽内之前,先在凹槽内放入密封圈 44 ;所述步骤 103 中在将缸筒 9 固定连接在底座 8 顶部之前,先在底座 8 顶部放入密封圈 44 ;所述步骤 104 中在将所述巷帮模拟机构具有挡板 1 的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内之前,先在所述巷帮模拟机构插入孔内放入密封圈 44 ;所述步骤 106 中在将上半凸面压头 12 放置在上半凹面压头 39 的顶部之前,先在上半凹面压头 39 内放入密封圈 44 ;所述步骤 107 中在将活塞 13 穿过设置在筒盖 10 中间位置处的通孔中之前,先在设置在筒盖 10 中间位置处的通孔中放入密封圈 44 ;所述步骤 107 中在将筒盖 10 固定连接在缸筒 9 顶部之前,先在缸筒 9 顶部放入密封圈 44 ;所述步骤 103 中将缸筒 9 固定连接在底座 8 顶部是采用第二螺栓 45 ;所述步骤 107 中将筒盖 10 固定连接在缸筒 9 顶部是采用第三螺栓 46。所述步骤二中设定的电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的速度参数为 0.4mm/min ~ 0.6mm/min,所述步骤二中设定的电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的压力参数为 3MPa ~ 5MPa。

[0124] 该方法实质上是扰动影响下稳态法测定煤岩体气体渗流特性的方法,主要用于对巷帮煤岩体受扰动影响的气体渗透特性进行测试。

[0125] 实施例 2

[0126] 如图 2 所示,本实施例与实施例 1 不同的是:本发明还包括第二瓦斯气体系统,所述第二瓦斯气体系统包括第二瓦斯气体罐 38,所述第二瓦斯气体罐 38 的出气口通过第三气体传输管路 47 与通气管 34 连接,所述第三气体传输管路 47 上设置有第二减压阀 48 和第二气压表 49。具体地,所述第三气体传输管路 47 通过第三快速接头与通气管 34 相接。其余结构均与实施例 1 相同。

[0127] 采用本实施例中的一种煤体渗透特性测试系统进行扰动影响下煤体渗透特性测试的方法,包括以下步骤:

[0128] 步骤一、组装煤体渗透特性测试系统,其具体过程为:

[0129] 步骤 101、将依次对接的挡板 1、透气板 2、煤岩样 3 和所述 U 型卡套 4 通过电工胶带缠绕固定为一整体,组合成巷帮模拟机构;

[0130] 步骤 102、将下压头 11 放置在所述凹槽内,且使第四进气通道 16 与第三进气通道 14 相连通,并将第一气体传输管路 17 的一端连接在第四进气通道 16 上;

[0131] 步骤 103、将缸筒 9 固定连接在底座 8 顶部;

[0132] 步骤 104、将所述巷帮模拟机构具有挡板 1 的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内,并通过观察设置在 U 型卡套 4 外壁上的刻度,使煤岩样 3 对正位于下压头 11 的上端面上;具体实施时,已知底座 8 中心至缸筒 9 开有巷帮模拟机构插入孔的一侧侧面的距离为 l_1 ,且已知煤岩样 3 的长度的一半为 l_2 ,通过公式 $l = l_1 - l_2$ 就能够计算得到 U 型卡套 4 伸入缸筒 9 内部的侧面至缸筒 9 开有巷帮模拟机构插入孔的一侧侧面的距离 l ,而该距离 l 能够通过观察设置在 U 型卡套 4 外壁上的刻度得知;

[0133] 步骤 105、将第一气体传输管路 17 的另一端连接在第一进气通道 5 上;

[0134] 步骤 106、将上半凹面压头 39 对正放置于煤岩样 3 的上端面上,并在上半凹面压头 39 的顶部放置上半凸面压头 12;

[0135] 步骤 107、将活塞 13 穿过设置在筒盖 10 中间位置处的通孔中,并将筒盖 10 固定连接在缸筒 9 顶部,同时保证活塞 13 的中心与上半凸面压头 12 的中心对正;

- [0136] 步骤 108、将扰动环 37 套装在活塞 13 上位于环状凸起 36 上部的位置处；
[0137] 步骤 109、将第二气体传输管路 23 连接到气体入口 15 上；
[0138] 步骤 1010、将围压液流入管 27 连接到围压液入口 19 上；
[0139] 步骤 1011、将第三气体传输管路 47 连接到通气管 34 上；
[0140] 步骤 1012、将电子万能试验机 40 与计算机 42 连接，并将步骤 101～步骤 108 组装完成的渗透特性测试装置 41 对中放置在电子万能试验机 40 的底座上，且使活塞 13 的上端面位于所述电子万能试验机 40 的压头的正下方；
[0141] 步骤二、给煤岩样 3 加载轴压：在计算机 42 上，打开预先安装好的电子万能试验机软件，操作电子万能试验机软件启动电子万能试验机 40，并设定电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的速度参数和压力参数，电子万能试验机 40 的压头根据设定的速度参数下压活塞 13，直到显示在电子万能试验机软件中的压力参数达到设定的压力参数；通过在设置不同的电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的压力参数，能够实现对轴压的调节；
[0142] 步骤三、给煤岩样 3 加载围压：取下连接在排气口 20 上的排气口塞 21，打开排气口 20，打开围压液溢流阀 31 的进液开关，开启所述围压液压系统，围压液箱 26 内的围压液经过液压泵 28 加压后经由围压液流入管 27 和围压液入口 19 流入缸筒 9 内，当排气口 20 有围压液流出时，将排气口塞 21 连接在排气口 20 上，关闭排气口 20；通过在操作围压液溢流阀 31，能够实现对围压的调节；
[0143] 步骤四、给煤岩样 3 加载瓦斯气体压力：首先，打开通气阀 35，然后，打开第一减压阀 24 的开关和第二减压阀 48 的开关，开启所述第一瓦斯气体系统和所述第二瓦斯气体系统，并调节第一减压阀 24 和第二减压阀 48，使第一气压表 25 和第二气压表 49 上显示的气体压力相等且均为 a_1 MPa，第一瓦斯气体罐 22 内的瓦斯气体通过第一减压阀 24 减压后经由第二气体传输管路 23 和气体入口 15 进入第一进气通道 5 和第二进气通道 6 内，并进入透气孔道 7 内，第二瓦斯气体罐 38 内的瓦斯气体通过第二减压阀 48 减压后经由第三气体传输管路 47 和通气管 34 进入 U 型卡套 4 内；5～10 分钟后，关闭第一减压阀 24 的开关和第二减压阀 48 的开关；其中， a_1 的取值范围为 0.5MPa～0.7MPa；通过操作第一减压阀 24，能够实现对进入透气孔道 7 内的瓦斯气体压力大小的调节；通过操作第二减压阀 48，能够实现对进入 U 型卡套 4 内的瓦斯气体压力大小的调节；
[0144] 步骤五、对扰动影响下煤岩样 3 渗透的瓦斯气体流量进行检测，其具体过程如下：
[0145] 步骤 501、将振动检测装置 50 的振动检测探头安放于位于筒盖 10 外部的活塞 13 的表面上，开启振动检测装置 50；
[0146] 步骤 502、开启无纸记录仪 52；
[0147] 步骤 503、打开第一减压阀 24 的开关并调节第一减压阀 24，使第一气压表 25 上显示的气体压力为 a_2 MPa，10～20 秒后，关闭第一减压阀 24 的开关；其中， $a_2 > a_1$ 且 $a_2 - a_1$ 的取值范围为 0.3MPa～0.6MPa；
[0148] 步骤 504、将扰动环 37 提起再放开，使扰动环 37 从高处沿着活塞 13 向下自由落体式冲击环状凸起 36，形成对煤岩样 3 的冲击扰动；扰动过程中，振动检测装置 50 对扰动产生的振动强度进行检测并存储；气体流量计 51 对经过煤岩样 3 渗透到 U 型卡套 4 内且流入通气管 34 内的瓦斯气体流量进行实时检测并将所检测到的流量数据 Q 输出给无纸记录仪 52，无纸记录仪 52 实时记录气体流量计 51 检测到的流量数据 Q 并将流量数据 Q 实时传输

给计算机 42；

[0149] 步骤 505、所述计算机 42 接收无纸记录仪 52 实时传输的流量数据 Q，并绘制出流量数据 Q 随时间 t 变化的曲线。

[0150] 具体实施时，所述步骤 102 中在将下压头 11 放置在所述凹槽内之前，先在凹槽内放入密封圈 44；所述步骤 103 中在将缸筒 9 固定连接在底座 8 顶部之前，先在底座 8 顶部放入密封圈 44；所述步骤 104 中在将所述巷帮模拟机构具有挡板 1 的一端插入所述巷帮模拟机构插入孔内之前，先在所述巷帮模拟机构插入孔内放入密封圈 44；所述步骤 106 中在将上半凸面压头 12 放置在上半凹面压头 39 的顶部之前，先在上半凹面压头 39 内放入密封圈 44；所述步骤 107 中在将活塞 13 穿过设置在筒盖 10 中间位置处的通孔中之前，先在设置在筒盖 10 中间位置处的通孔中放入密封圈 44；所述步骤 107 中在将筒盖 10 固定连接在缸筒 9 顶部之前，先在缸筒 9 顶部放入密封圈 44；所述步骤 103 中将缸筒 9 固定连接在底座 8 顶部是采用第二螺栓 45；所述步骤 107 中将筒盖 10 固定连接在缸筒 9 顶部是采用第三螺栓 46。所述步骤二中设定的电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的速度参数为 0.4mm/min ~ 0.6mm/min，所述步骤二中设定的电子万能试验机 40 的压头下压活塞 13 的压力参数为 3MPa ~ 5MPa。

[0151] 该方法实质上是扰动影响下瞬态法测定煤岩体气体渗流特性的方法，主要用于对矿井深部的煤岩体受扰动影响的气体渗透特性进行测试。

[0152] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明作任何限制，凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化，均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

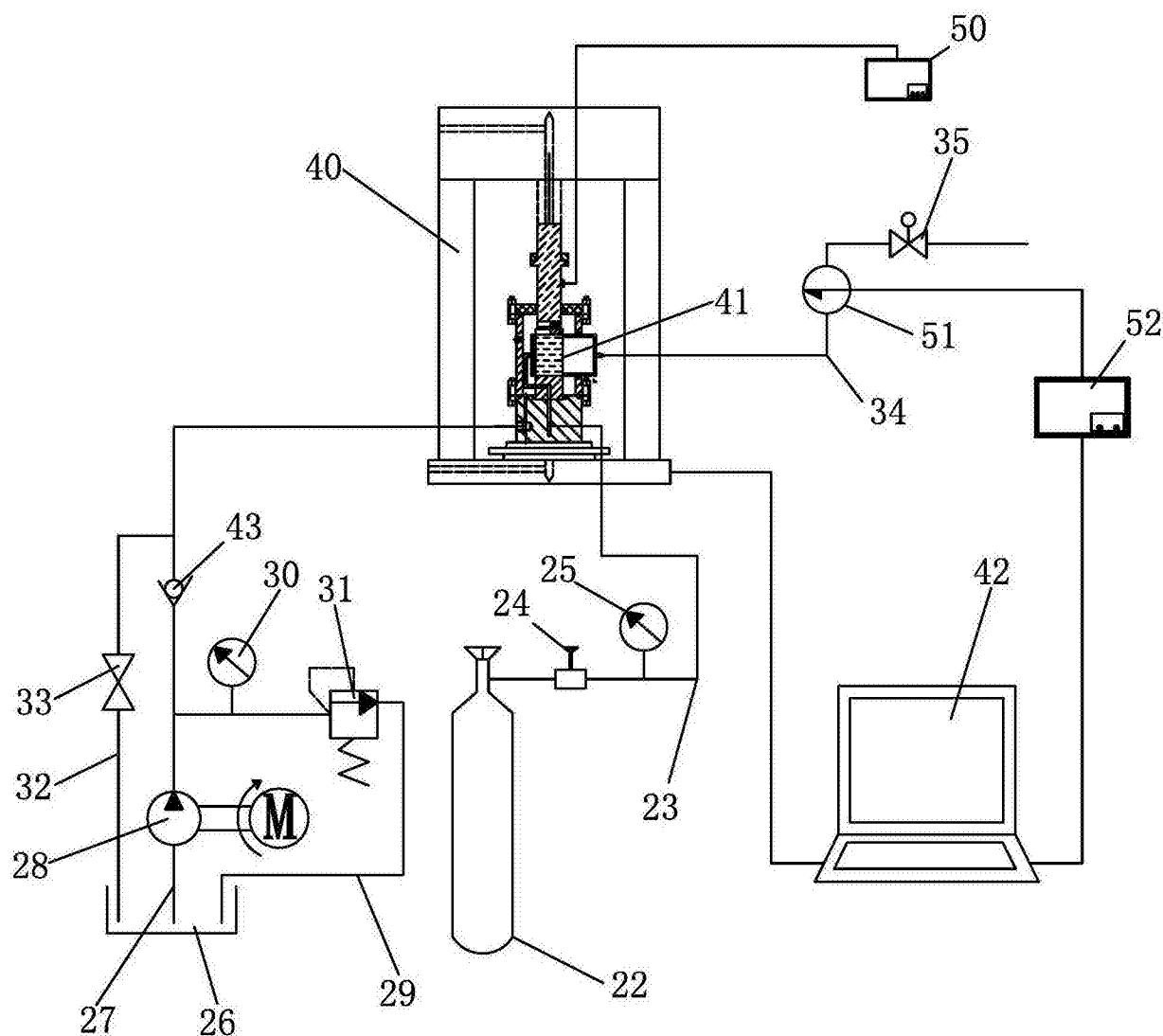


图 1

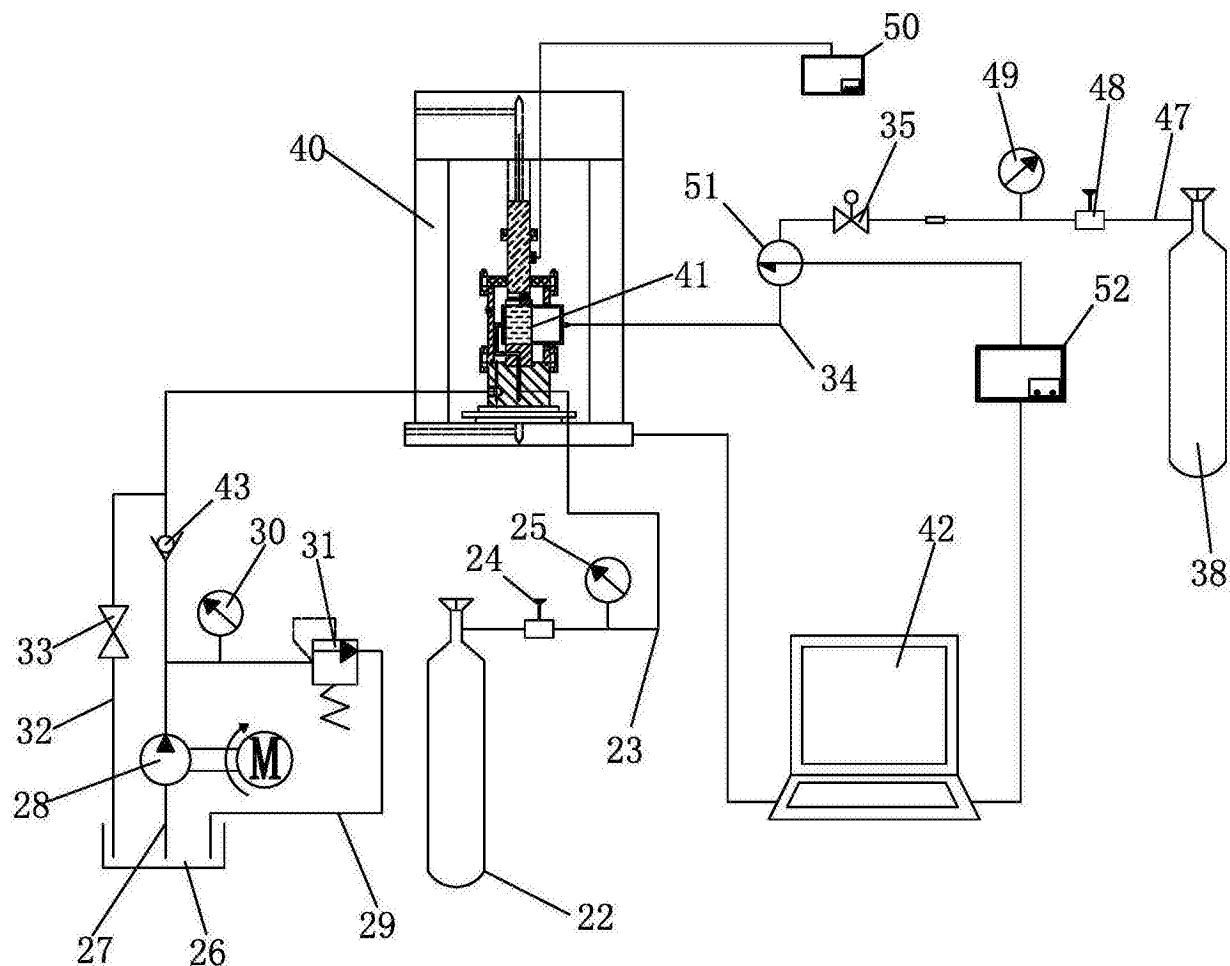


图 2

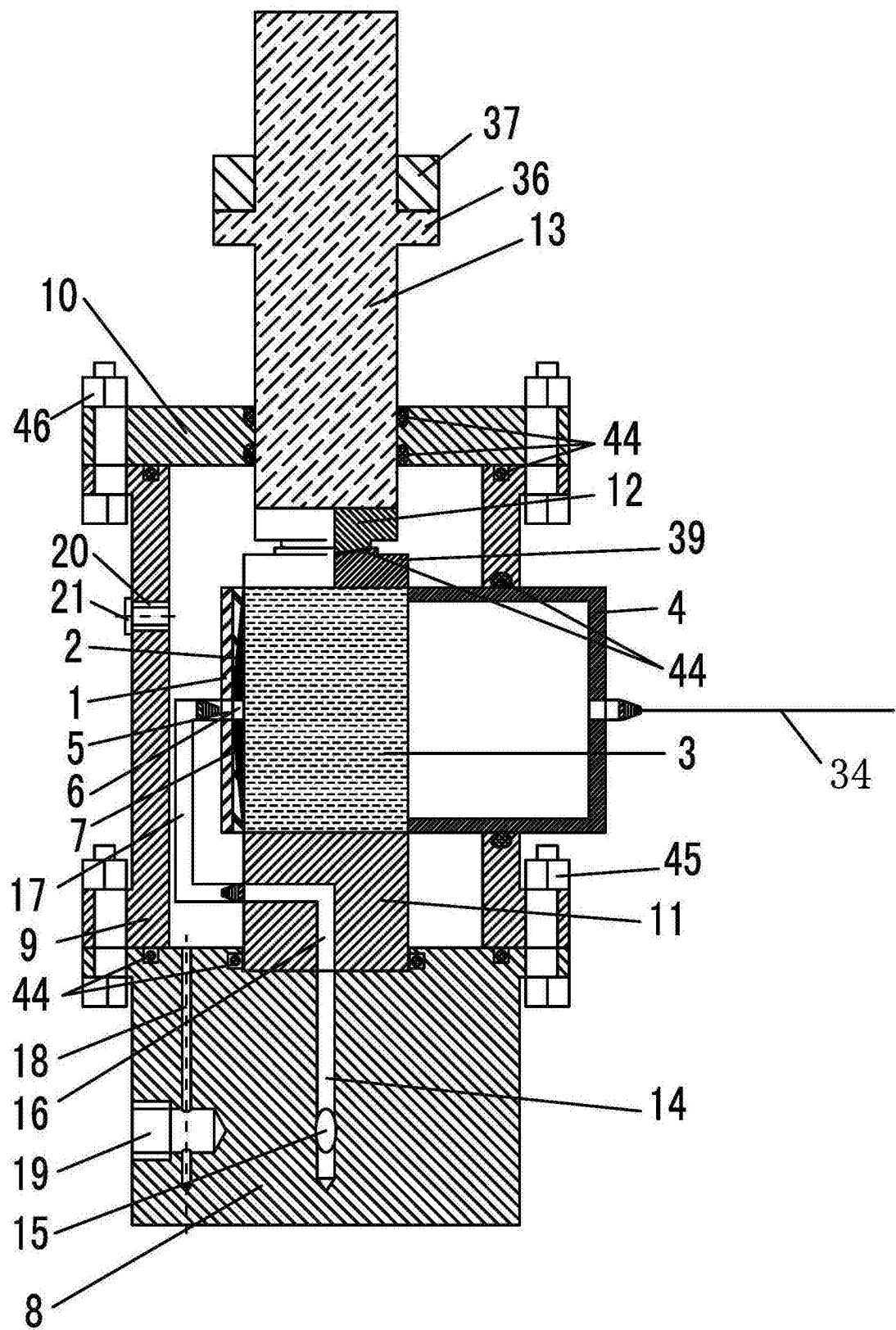


图 3