



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104515716 B

(45)授权公告日 2017.04.19

(21)申请号 201410748509.4

(22)申请日 2014.12.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104515716 A

(43)申请公布日 2015.04.15

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历城区山大南路27号

专利权人 淮南矿业(集团)有限责任公司

(72)发明人 李术才 王汉鹏 李清川 袁亮

张庆贺 薛俊华 张冰 周伟

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司

37221

代理人 王吉勇

(51)Int.Cl.

G01N 7/04(2006.01)

G01N 33/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103776979 A, 2014.05.07,

CN 103529179 A, 2014.01.22,

CN 101226183 A, 2008.07.23,

审查员 黄艳

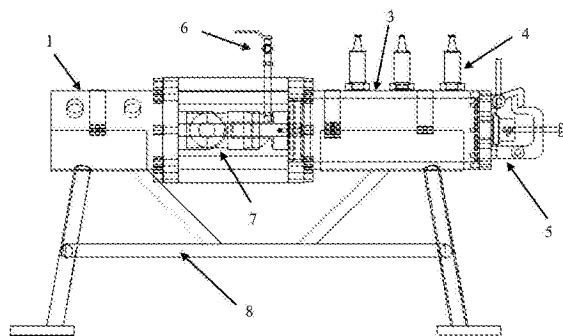
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

## (54)发明名称

分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置及试验方法

## (57)摘要

本发明公开了一种分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置,包括一圆筒形煤样室,煤样室上设有若干能够检测型煤温度和气体压力的压力温度传感器,所述煤样室的一端固定安装有能够沿轴向伸入其中且能施加轴向地应力的液压加载设备,另一端设有工作时与煤样室连通的煤与瓦斯喷出口,在煤与瓦斯喷出口处设置有用于控制喷出口导通的快速释放机构;液压加载设备通过万向节与活塞杆相连,活塞杆末端与试验时放置于煤样室中的煤样接触的面式充气加载盘连接。本发明同时还公开了利用该装置的试验方法。本发明能够研究型煤在不同地应力、不同瓦斯压力条件下煤对瓦斯的吸附解吸特性和煤与瓦斯突出机理。



1. 一种分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置,煤样室上设有若干能够检测型煤温度和气体压力的压力和温度传感器,一端设有工作时与煤样室连通的煤与瓦斯喷出口,在煤与瓦斯喷出口处设置有用于控制喷出口导通的快速释放机构,其特征是,包括一圆筒形煤样室,所述煤样室的另一端固定安装有能够沿轴向伸入其中且能施加轴向地应力的液压加载设备,液压加载设备通过万向节与活塞杆相连,活塞杆末端与试验时放置于煤样室中的煤样接触的面式充气加载盘连接;

所述活塞杆上设有孔道,孔道一端与活塞杆外部的三通的一个端口相连,三通的另外两个端口上分别与瓦斯气瓶和真空抽采设备相连接,孔道另一端与面式充气加载盘相通;

所述快速释放机构中间设置喷出口,快速释放机构包括上、下支架,上支架上铰接有卡扣,下支架上铰接有能够与所述卡扣卡紧及松开的C型卡扣,C型卡扣上通过螺纹设有旋转螺杆,旋转螺杆末端连接能够密封煤与瓦斯喷出口的密封盘;

通过旋转螺杆能调节密封盘的活动,密封时,将C型卡扣与所述卡扣卡住,调节丝杠压缩密封盘密封煤与瓦斯喷出口;释放时,将C型卡扣与所述卡扣分离,在压力和重力作用下密封盘与煤与瓦斯喷出口迅速分离。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征是,所述圆筒形煤样室、液压加载设备、面式充气加载盘和快速释放机构均固定安装于支撑架上。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征是,所述与瓦斯气瓶和真空抽采设备相连接的三通上设有控制开关。

4. 如权利要求1所述的装置,其特征是,所述面式充气加载盘为圆盘式结构件,其外径与圆筒形煤样室的内腔过渡配合,且能保证内腔的气密性。

5. 如权利要求1所述的装置,其特征是,所述压力和温度传感器通过数据线分别连接二次仪表,用于测试煤与瓦斯吸附与突出过程中气体压力和煤体温度变化。

6. 如权利要求1所述的装置,其特征是,所述的煤与瓦斯喷出口前方放置用于记录煤与瓦斯突出瞬态过程的高速摄像机。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征是,包括两个阶段,第一阶段为煤与瓦斯的吸附解吸试验,第二阶段为煤与瓦斯突出试验;

煤与瓦斯的吸附解吸试验步骤如下:

1) 将煤样装在煤样室内,将三通一端连接瓦斯气瓶,另一端连接真空抽采设备,液压加载设备连接液压站,安置高速摄像机,并连接好整套所述试验装置;

2) 用液压加载设备对要成型的煤样施加荷载,根据预先设定好的成型压力分次成型;煤样成型后,封闭煤与瓦斯喷出口,检查试验容器气密性;

3) 用真空抽采设备将煤样室抽真空,用液压加载设备对型煤施加压力并保持压力稳定;

4) 将纯度为99.9%的甲烷按预定压力充入煤样室,待煤样室内压力达到平衡,部分气体被吸附,部分气体仍以游离状态处于剩余体积之中,已知充入或放出的甲烷体积,扣除剩余体积的游离体积,即为吸附体积;

5) 重复这样的测定,得到各压力段平衡压力与吸附体积量,连接起来即为吸附等温线;完成煤与瓦斯的吸附解吸试验;

煤与瓦斯突出试验如下:

待轴向地应力和瓦斯压力达到预定值后突出试验装置中的型煤实际上相当于一个含“瓦斯”的煤层,突然打开利用快速释放机构进行临时密封的煤与瓦斯喷出口,此时由于瓦斯压力和模拟地应力的作用,使储存在煤样室中的能量从煤与瓦斯喷出口突然释放而完成煤与瓦斯的突出试验。

## 分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置及试验方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于煤炭科研技术领域,特别涉及一种用于进行不同地应力、不同瓦斯压力条件下的分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置及试验方法。

### 背景技术

[0002] 目前,煤与瓦斯突出是发生在煤矿井下的一种极其复杂的动力失稳现象,是煤矿井下生产最严重的灾害之一,可造成煤岩体击中或掩埋井下人员、摧毁井下设施等事故,甚至摧毁整个工作面,负面影响极为恶劣。因发生在煤矿井下的煤与瓦斯突出具有时间短、危害大等特点,对现场煤与瓦斯突出过程进行全方位实施研究危险性大的缘故,学者们目前主要依靠实验室模型试验手段进行煤与瓦斯突出机制的研究和探索。

[0003] 煤与瓦斯突出机理中“综合作用假说”因为全面考虑了地应力、瓦斯压力和煤的物理力学性质等因素而被广泛认可。但是地应力、瓦斯压力和煤的物理力学性质等因素各自在突出过程中的真正作用机制仍未被正确揭示。由于煤与瓦斯突出的高度非线性,采用物理模拟方法研究是目前普遍采用的方法。

[0004] 目前,国内外相关科研机构已开展了大量的煤与瓦斯突出相似模拟试验研究工作,研制了一系列煤与瓦斯突出模拟试验装置,研究现状如下:

[0005] (1) 申请号为200810069276.X的中国专利公开了一种煤与瓦斯突出模拟试验台,发明通过多组液压千斤顶向煤样轴向施压,通过充气口向煤样内充瓦斯,装置突出口通过快速释放机构实施机械化自动控制,高速打开突出口。

[0006] (2) 申请号为200810233048.1的中国专利公开了一种煤与瓦斯突出模具,在底板的中央开设有充气孔,该充气孔中安装进气嘴;前端板的中部开设定位孔,该定位孔中安装突出口。

[0007] (3) 申请号为200910103154.2的中国专利公开了一种煤与瓦斯突出综合试验装置,该装置包括煤样室、地应力模拟加载系统和气压加载设备,地应力模拟加载系统的施力胶囊和加载装置设置在密闭容器内,充压设备的充压通道与胶囊壁夹层相通,加载装置包括至少两个加载块,煤样室由加载块围成,相邻加载块之间存在间隙,通过压力采集装置和摄像机观测试验结果。但该装置不能进行地应力加载。

[0008] (4) 申请号为200910103155.7的中国专利公开了一种煤与瓦斯突出试验快速泄压的煤样室,包括煤样室本体,煤样室本体设置煤与瓦斯喷出口和压力气体进口,煤与瓦斯喷出口设置控制阀,煤样室本体内在控制阀前设置隔膜,隔膜与控制阀之间的空腔为平衡腔,平衡腔设置压力平衡气体进口。泄压采用隔膜,试验过程复杂,不方便操作。

[0009] (5) 申请号为200910103157.6的中国专利公开了一种煤与瓦斯突出试验装置,包括煤样室、气压加载设备,煤样室设置煤与瓦斯喷出口,煤与瓦斯喷出口设置控制阀,气压加载设备的加压气体通道与煤样室内部相通,煤样室内在控制阀前设置隔膜,隔膜与控制阀之间的空腔为接有平衡气压加载设备的平衡腔,还包括设置在煤样室内的压力采集装置和设置在煤样室外部的摄像机,煤样室与摄像机相对的位置透明设置。但该装置不能进行

地应力加载。

[0010] (6) 申请号为201010149061.6的中国专利公开了一种煤与瓦斯突出模拟试验装置,包括钢筒,设置在钢筒两端的法兰盘,充气系统和数据采集系统;设置在钢筒一端的法兰盘为带有中心孔的法兰盘,并在该法兰盘与钢筒的非安装侧设置防爆片。但该装置不能进行地应力加载。

[0011] (7) 申请号为201110021828.1的中国专利公开了一种煤与瓦斯试验模拟装置,包括煤样室和气压加载设备,所述煤样室中设置有至少一个用于放置煤样的煤样型腔,气压加载设备包括瓦斯气瓶和与瓦斯气瓶连接的加压气体通道,煤样室上设置有工作时与煤样型腔连通的煤与瓦斯喷出口,喷出口上设置有用于控制喷出口导通的控制装置,在煤样室外设置有用于对煤样型腔内部煤样拍照的第一照相机,喷出口设置有用于拍摄煤与瓦斯喷出的第二照相机。

[0012] (8) 申请号为201110324127.5的中国专利公开了一种石门揭煤时煤与瓦斯突出模拟试验系统,其包括顶部设置有开口的箱体,该箱体开口配置有一加载钢板,密闭腔体内铺设有顶板与底板,顶板与底板之间铺设有煤层,该煤层与水平面形成一倾斜角,突出模拟巷道在底板内延伸直至与煤层交汇,瓦斯采用面式充气结构,突出口设置快速开启密封结构。

[0013] 综合分析上述单位的模型试验台架装置系统,还存在以下不足之处:

[0014] 1. 上述模拟试验装置无法实现煤与瓦斯吸附特性测试;

[0015] 2. 上述试验装置不论大小,其内部模型多以长方体为主,加载时在模型边角处容易形成应力集中;

[0016] 3. 上述模型试验装置试验过程中操作复杂,大部分仅能定性的观察突出现象,不能一次性完整采集煤与瓦斯突出试验过程中的压力及温度等参数和突出现象的瞬态变化规律,实现定量分析。

[0017] 为了更好地研究不同条件地应力和瓦斯压力条件下煤与瓦斯吸附特性及煤与瓦斯突出机理及发生条件,需要研制一种煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置,以便解释煤与瓦斯突出吸附特性和发生机理。

## 发明内容

[0018] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足,提供一种分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置及试验方法,其能够研究型煤在不同地应力、不同瓦斯压力条件下煤对瓦斯的吸附解吸特性和煤与瓦斯突出机理。

[0019] 为实现上述目的,本发明采用下述技术方案:

[0020] 一种分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置,包括一圆筒形煤样室,煤样室上设有若干能够检测型煤温度和气体压力的温度和压力传感器,所述煤样室的一端固定安装有能够沿轴向伸入其中且能施加轴向地应力的液压加载设备,另一端设有工作时与煤样室连通的煤与瓦斯喷出口,在煤与瓦斯喷出口处设置有用于控制喷出口导通的快速释放机构;液压加载设备通过万向节与活塞杆相连,活塞杆末端与试验时放置于煤样室中的煤样接触的面式充气加载盘连接;通过液压加载设备施加轴向地应力,围压通过煤样室的内腔壁的反力提供,实现准三维应力加载,通过控制液压加载设备压力,模拟型煤的不同受力条件;

[0021] 所述活塞杆中设有孔道,孔道一端与活塞杆外部的三通的一个端口相连,三通的另外两个端口上分别与瓦斯气瓶和真空抽采设备相连接,孔道另一端与面式充气加载盘上的导气槽相通;

[0022] 所述的面式充气加载盘采用申请号为201210227229.X专利的结构与技术;即:包括充气面板,充气面板一端与充气管道相连,充气管道上设有充气开关,所述充气面板包括面板,面板上设有纵横交叉连通的导气槽,导气槽通过面板端部的充气通道与充气管道连通;所述面板上面依次设有下层筛板、钢丝网和上层筛板,所述下层筛板、钢丝网、上层筛板和面板的边缘连接处通过橡胶密封条密封,并在最上部的上层筛板边缘设置固定压条,固定压条通过螺栓将下层筛板、钢丝网、上层筛板固定在面板上。

[0023] 所述快速释放机构中间设置有 $\Phi 60\text{mm}$ 的喷出口,快速释放机构包括上、下支架,上支架上铰接有卡扣,下支架上铰接有能够与卡扣卡紧及松开的C型卡扣,C型卡扣中部设有旋转螺杆,旋转螺杆末端连接能够密封喷出口的密封盘。

[0024] 通过旋转螺杆可调节密封盘的活动,密封时,将C型卡扣与卡扣卡住,调节旋转螺杆压缩密封盘密封煤与瓦斯喷出口;释放时,将C型卡扣与卡扣分离,在压力和重力作用下密封盘与煤与瓦斯喷出口迅速分离。

[0025] 所述圆筒形煤样室、液压加载设备、面式充气加载盘和快速释放机构均固定安装于支撑架上。

[0026] 所述与瓦斯气瓶和真空抽采设备相连接的三通上设有控制开关。

[0027] 所述面式充气加载盘为圆盘式结构件,其外径与圆筒形煤样室的内腔过渡配合,且能保证内腔的气密性。

[0028] 所述压力温度传感器通过数据线分别连接二次仪表,用于测试煤与瓦斯吸附与突出过程中气体压力和煤体温度变化。

[0029] 所述的煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置喷出口前方放置用于记录煤与瓦斯突出瞬态过程的高速摄像机。

[0030] 一种利用分体式煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置的试验方法,包括两个阶段,第一阶段为煤与瓦斯的吸附解吸试验,第二阶段为煤与瓦斯突出试验;

[0031] 煤与瓦斯的吸附解吸试验步骤如下:

[0032] 1) 将煤样装在煤样室内,将三通一端连接瓦斯气瓶,另一端连接真空抽采设备,液压加载设备连接液压站,安置高速摄像机,并连接好整套所述试验装置;

[0033] 2) 用液压加载设备对要成型的煤样施加荷载,根据预先设定好的成型压力分次成型;煤样成型后,封闭煤与瓦斯喷出口,检查试验容器气密性;

[0034] 3) 用真空泵将煤样室抽真空,用液压加载设备对型煤施加压力并保持压力稳定;

[0035] 4) 将纯度为99.9%的甲烷按预定压力充入煤样室,待煤样室内压力达到平衡,部分气体被吸附,部分气体仍以游离状态处于剩余体积之中,已知充入或放出的甲烷体积,扣除剩余体积的游离体积,即为吸附体积;

[0036] 5) 重复这样的测定,得到各压力段平衡压力与吸附体积量,连接起来即为吸附等温线;完成煤与瓦斯的吸附解吸试验;

[0037] 煤与瓦斯突出试验如下:

[0038] 待轴向地应力和瓦斯压力达到预定值后突出试验装置中的型煤实际上相当于一

个含“瓦斯”的煤层,突然打开利用快速释放机构进行临时密封的煤与瓦斯喷出口,此时由于瓦斯压力和模拟地应力的作用,使储存在煤样室中的能量从煤与瓦斯喷出口突然释放而完成煤与瓦斯的突出试验;

[0039] 考察试验现象(突出,压出或倾出,不突出),可以根据试验条件揭示煤岩力学性质和加载条件对煤与瓦斯突出的影响因素和作用机制。

[0040] 所要测定的突出参数有:煤样成型压力、突出时的油缸压力、瓦斯压力、瓦斯含量、瓦斯流量、突出强度、突出距离、突出煤粒度、突出时间等。这样本发明可以研究型煤在不同地应力、不同瓦斯压力条件下煤对瓦斯的吸附解吸特性和型煤在不同地应力、不同瓦斯压力条件下煤与瓦斯突出特性。

[0041] 本发明的有益效果是:

[0042] 1、本发明可通过液压油缸施加轴向地应力,围压通过内腔壁的反力提供,实现准三维应力加载,通过控制液压油缸压力,模拟型煤的不同受力条件。

[0043] 2、本发明煤样加载与试验装置的加载活塞杆上设计有孔道,孔道外端连接三通,通过三通与瓦斯气瓶和真空抽采设备相连接,实现抽真空与瓦斯气体充填,孔道另一端与面式充气加载盘相连。实现先将型煤抽真空再充入瓦斯,更加真实的模拟煤与瓦斯的吸附状态。

[0044] 3、本发明的煤样加载与试验装置上设有用于检测型煤温度和气体压力的压力温度传感器,可控制瓦斯压力从而模拟不同的瓦斯压力,实现型煤在不同应力和瓦斯压力条件下的吸附解吸和突出试验定量研究。

[0045] 4、装置喷出口通过快速释放机构实施机械控制,高速瞬间打开喷出口,使其突然泄压,更真实的模拟了现场开挖造成煤与瓦斯突出。

[0046] 5、装置喷出口前方安置用于记录煤与瓦斯突出瞬态现象的高速摄像机,与煤与瓦斯瞬态现象高速捕捉,记录视频可与压力传感器数据相互印证。

[0047] 6、本发明结构简单、操作方便且制作成本低,实现定量模拟和研究煤与瓦斯突出的目的。

## 附图说明

[0048] 图1是本发明一个具体实例结构示意图;

[0049] 图2是本发明一个具体实例结构部分剖视图;

[0050] 图3是图1中快速释放装置结构示意图;

[0051] 图4是采用本发明试验方法示意图;

[0052] 其中1.液压加载设备,2.面式充气加载盘,3.煤样室,4.压力和温度传感器,5.快速释放机构,5-1.密封盘,5-2.上支架,5-3.卡扣,5-4.C型卡扣,5-5.下支架,6.三通,7.万向节,8.结构支撑,9.型煤,10.液压站接口,11.液压站,12.高压瓦斯气瓶,13.煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置,14.真空泵,15.高速摄像机。

## 具体实施方式

[0053] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0054] 如图1、图2所示:煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置13包括液压加载设备1、煤样

室3、快速释放机构5、面式充气加载盘2、压力和温度传感器4和结构支撑8。煤样室3、液压加载设备1、面式充气加载盘2和快速释放机构5均固定在结构支撑8上。所述煤样室3中设置有用于放置煤样的煤样型腔,面式充气加载盘2上留有气体通道连接三通6,三通6上两出口各安置控制开关。煤样室上设置有用于检测煤样室内部压力和温度的采集设备4,所述压力和温度传感器4通过数据线分别连接二次仪表,用于测试煤与瓦斯吸附与突出过程中气体压力和煤体温度变化。

[0055] 煤样室端部设置有工作时与煤样室连通的煤与瓦斯喷出口,在煤与瓦斯喷出口处设置有用于控制喷出口导通的快速释放机构5,液压加载设备1通过万向节7与面式充气加载盘2连接。通过液压加载设备1施加轴向地应力,围压通过煤样室3的内腔壁的反力提供,实现准三维应力加载,通过控制液压加载设备1压力,模拟型煤的不同受力条件。

[0056] 活塞杆上设有孔道,孔道外端连接三通6,通过三通6与高压瓦斯气瓶12和真空泵14相连接,实现抽真空与瓦斯气体充填,孔道另一端与面式充气加载盘2上的导气槽相连接。实现先将型煤抽真空再充入瓦斯,更加真实的模拟煤与瓦斯的吸附状态。

[0057] 面式充气加载盘采用申请号为201210227229.X专利的结构与技术;即:包括充气面板,充气面板一端与充气管道相连,充气管道上设有充气开关,所述充气面板包括面板,面板上设有纵横交叉连通的导气槽,导气槽通过面板端部的充气通道与充气管道连通;所述面板上面依次设有下层筛板、钢丝网和上层筛板,所述下层筛板、钢丝网、上层筛板和面板的边缘连接处通过橡胶密封条密封,并在最上部的上层筛板边缘设置固定压条,固定压条通过螺栓将下层筛板、钢丝网、上层筛板固定在面板上。面式充气加载盘为圆盘式结构件,其外径与圆筒形煤样室的内腔过渡配合,且能保证内腔的气密性。

[0058] 如图3所示:快速释放机构5中间为 $\Phi 60\text{mm}$ 的喷出口,包括:下支架5-5、上支架5-2、密封盘5-1、卡扣5-3、C型卡扣5-4。C型卡扣5-4与下支架5-5铰接,卡扣5-3与上支架5-2铰接,密封盘5-1与C型卡扣5-4通过旋转螺杆连接,通过旋转螺杆可调节密封盘的活动。密封时将C型卡扣5-4与卡扣5-3卡住,调节旋转螺杆使密封盘5-1密封喷出口;释放时将C型卡扣5-4与卡扣5-3分离,在压力与重力作用下密封盘5-1与喷出口迅速分离。

[0059] 如图4所示,煤与瓦斯吸附解吸与突出试验装置13喷出口前方放置用于记录煤与瓦斯突出瞬态过程的高速摄像机15,液压站11通过液压站接口10为液压加载设备1提供原动力,高压瓦斯气瓶12和真空泵14通过三通6与活塞杆上的孔道相连接,实现煤样室3内抽真空与瓦斯气体充填。

[0060] 利用本发明进行试验时分为两个阶段,第一阶段为煤与瓦斯的吸附解吸试验,接着为煤与瓦斯突出试验。

[0061] 首先将煤样装在煤样室3内,将三通6一端连接瓦斯气瓶,另一端连接真空抽采设备,液压加载设备连接液压站,安置高速摄像机,并连接好其他仪器。用液压加载设备1对要成型的煤样施加荷载,根据预先设定好的成型压力分次成型。煤样成型后,封闭喷出口,检查试验容器气密性。用真空泵将煤样室抽真空,用液压加载设备对型煤9施加压力并保持压力稳定。将高压高纯99.9%甲烷充入煤样室。待煤样室内压力达到平衡,部分气体被吸附,部分气体仍以游离状态处于剩余体积之中,已知充入(放出)的甲烷体积,扣除剩余体积的游离体积,即为吸附体积。重复这样的测定,得到各压力段平衡压力与吸附体质量,连接起来即为吸附等温线。完成煤与瓦斯的吸附解吸试验。



[0062] 待地应力和瓦斯压力达到预定值后突出模拟装置中的型煤实际上相当于一个含“瓦斯”的煤层,突然打开利用快速释放机构进行临时密封的喷出口,此时由于瓦斯压力和压力模拟地应力的作用,使储存在煤样室中的能量从喷出口突然释放而完成煤与瓦斯的突出试验。

[0063] 考察试验现象(突出,压出或倾出,不突出),可以根据试验条件揭示煤岩力学性质和加载条件对煤与瓦斯突出的影响因素和作用机制。所要测定的突出参数有:煤样成型压力,突出时的油缸压力、瓦斯压力、瓦斯含量、瓦斯流量、突出强度、突出距离、突出煤粒度、突出时间等。这样本发明可以研究型煤在不同地应力、不同瓦斯压力条件下煤对瓦斯的吸附解吸特性和型煤在不同地应力、不同瓦斯压力条件下煤与瓦斯突出特性。

[0064] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

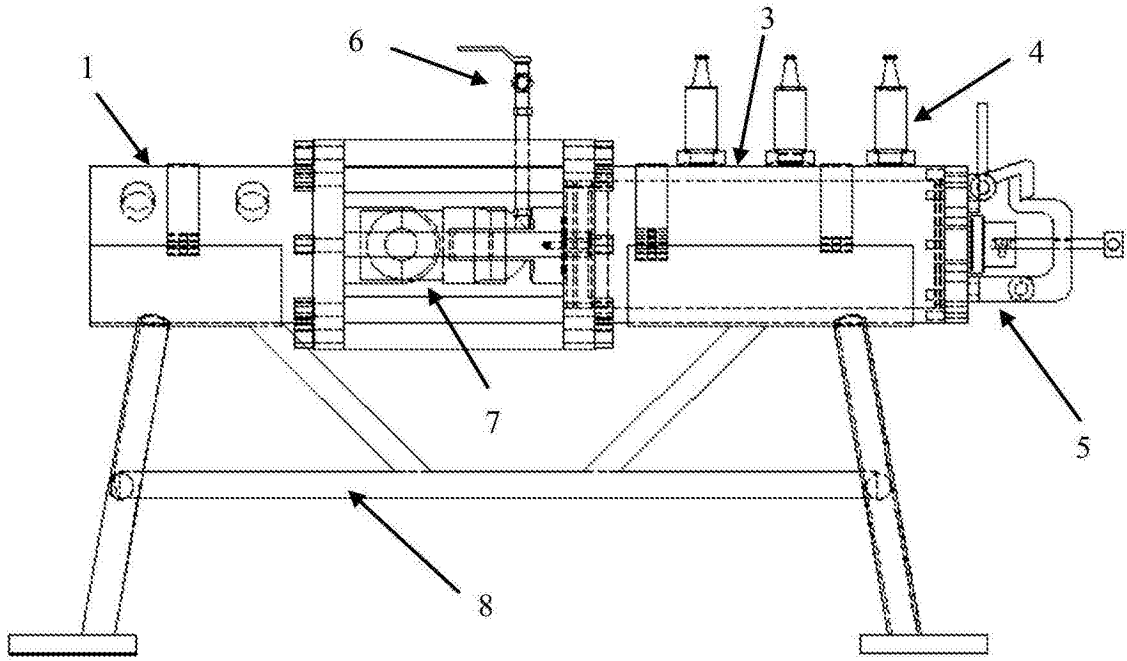


图1

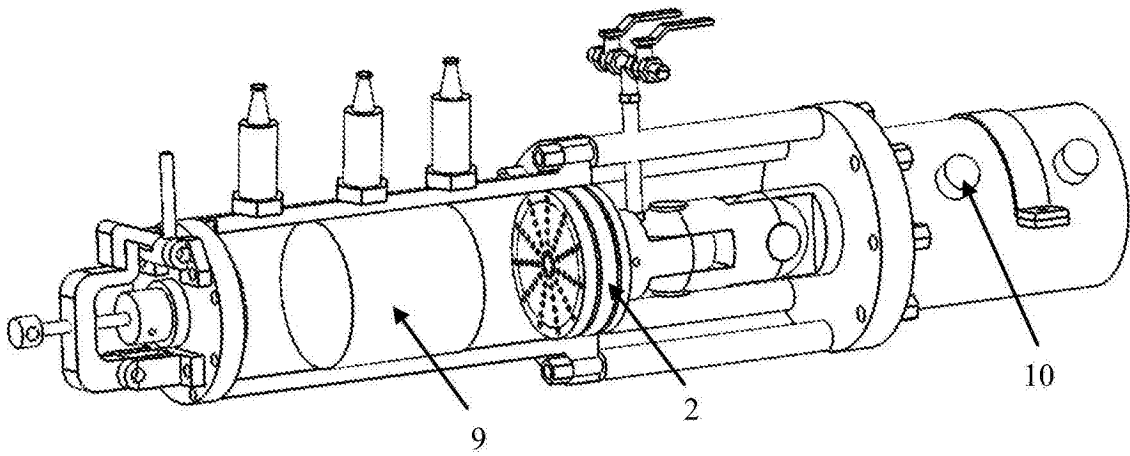


图2

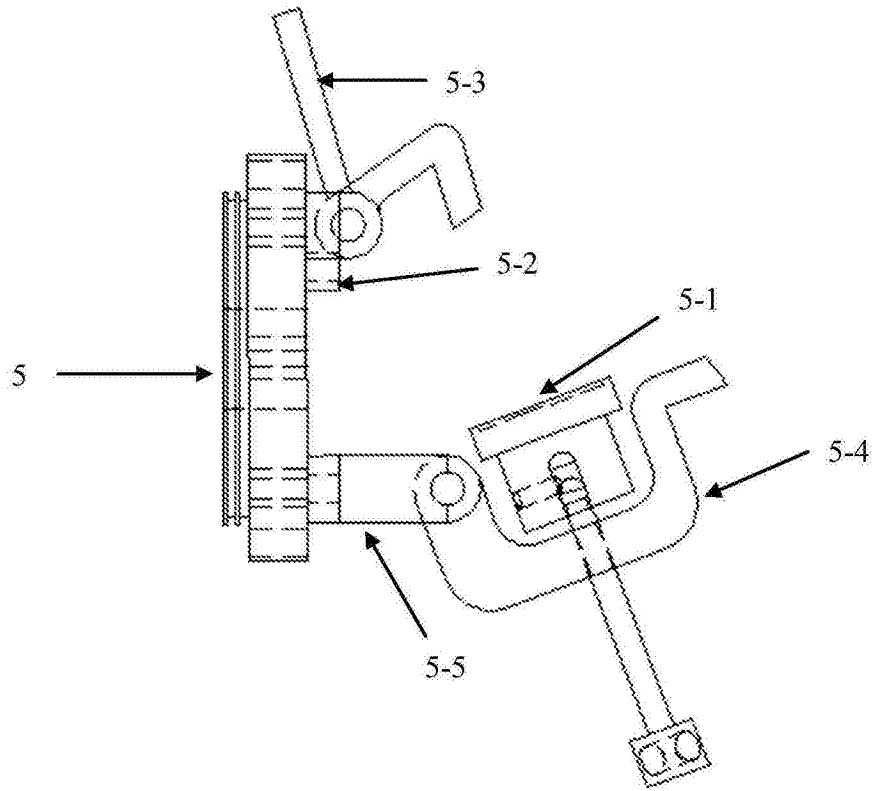


图3

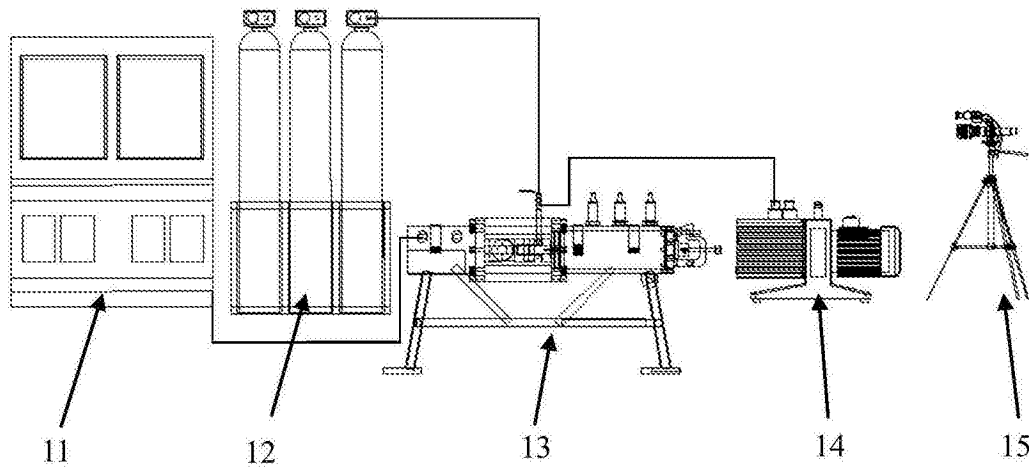


图4