



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104297128 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201410586126. 1

(22) 申请日 2014. 10. 28

(71) 申请人 河南工程学院

地址 451191 河南省郑州市新郑龙湖镇祥和路 1 号

(72) 发明人 田坤云 孙光中 孙文标 李凤琴 徐星 张瑞林 姜琳

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所 (普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51) Int. Cl.

G01N 15/08 (2006. 01)

G01N 3/10 (2006. 01)

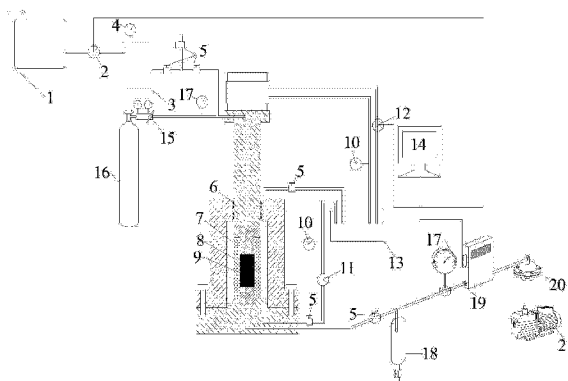
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置

(57) 摘要

本发明公开了一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置,该装置主要由三轴应力加载系统、气渗透系统、水力压裂系统、流量测量系统、传感与控制系统五部分组成,水箱与计量泵通过管路连接,计量泵与压力室连通,甲烷气体瓶与压力室连通,油箱通过管路与压力室连接,轴压控制阀与流量表和水压表连接,压力室底部与真空泵连接,电子气体流量计与计算机连接。本发明同时还兼顾了水力压裂功能,集渗流与水力压裂实验于一体,能够进行高压水及负压载荷下的各种单轴与三轴渗流实验,能够模拟抽采钻孔负压状态下的瓦斯运移及考察水力压裂效果,在实验室能完成对煤体试样负压状态下的渗流规律研究以及试件采取水力压裂措施后的增透效果考察。



1. 一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置,其特征在于,所述的高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置主要由三轴应力加载系统、气渗透系统、水力压裂系统、流量测量系统、传感与控制系统五部分组成,具体包括水箱、流量计、计量泵、水压表、阀门、密封胶圈、压力室、围压增压胶圈、试件、油压表、围压控制阀、轴压控制阀、油箱、计算机、减压阀、甲烷气体瓶、气压表、气水分离器、电子气体流量计、阻尼器、真空泵;

水箱与计量泵通过管路连接,连接管路上设置有流量计,计量泵上设置有水压表;计量泵与压力室连通,连接管路上设置有阀门,甲烷气体瓶与压力室连通,连接管路上设置有减压阀和气压表;油箱通过管路与压力室连接,连接管路上设置有阀门、油压表、围压控制阀、轴压控制阀,围压控制阀与计算机连接,轴压控制阀与流量计和水压表连接;压力室底部与真空泵连接,连接管路上设置有阻尼器、电子气体流量计、气压表、气水分离器、阀门,电子气体流量计与计算机连接;压力室上设置有密封胶圈、围压增压胶圈,试件放置在压力室内。

2. 如权利要求1所述的高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置,其特征在于,所述的三轴应力加载系统由压力室筒、底座、活塞杆、密封胶圈和压力室组成,压力室筒安装在底座上,活塞杆与压力室筒之间安装有密封胶圈,计量泵通过穿过活塞杆的管路与压力室连通。

3. 如权利要求1所述的高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置,其特征在于,所述的气渗透系统主要由甲烷气体瓶、减压阀、阀门、气压表、电子气体流量计、阻尼器、真空泵连接组成,甲烷气体瓶通过管路穿过活塞杆与压力室连通,管路上设置有减压阀、阀门、气压表,压力室底部通过管路与真空泵连接,管路上设置有气压表、电子气体流量计、阻尼器。

4. 如权利要求1所述的高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置,其特征在于,所述的水力压裂系统主要由水管、水箱、流量计、水压表、计量泵、阀门、放空管、接往系统进口连接组成,水箱与计量泵连接的管路上安装有流量计,计量泵上安装有水压表,计量泵与接往系统进口的连接管路上设置有放空管和阀门。

5. 如权利要求1所述的高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置,其特征在于,所述的流量测量系统包括通过管路连接的阀门、气水分离器、气压表、电子气体流量计、阻尼器、真空泵,阀门设置在连接管路和气水分离器上,电子气体流量计和气水分离器之间的连接管道上设置有气压表,电子气体流量计和真空泵之间安装有阻尼器。

## 一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于渗流实验设备领域,尤其涉及一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置。

### 背景技术

[0002] 当前用来研究煤体瓦斯渗透率的设备,大都可以实现对煤体试样进行不同体积应力、不同瓦斯压力、围压加卸载、全应力应变过程、循环载荷、温度影响等渗透性实验。但瓦斯抽采过程中,孔口需施加一定的负压才能实现,现有的设备能够调节出口的压力大小,但是能调至负压的渗透性实验受到极大的限制;另外,水力压裂增透技术研究大都是现场试验或者是基于固流耦合理论的渗透率数值模拟,缺乏实验室研究。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置,旨在解决目前相关的三轴渗流实验装置不能够实现出口负压作用下煤体瓦斯渗透特性实验以及进行实验室水力压裂的增透效果考察的问题。

[0004] 本发明是这样实现的:一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置主要由三轴应力加载系统、气渗透系统、水力压裂系统、流量测量系统、传感与控制系统五部分组成,具体包括水箱、流量表、计量泵、水压表、阀门、密封胶圈、压力室、围压增压胶圈、试件、油压表、围压控制阀、轴压控制阀、油箱、计算机、减压阀、甲烷气体瓶、气压表、气水分离器、电子气体流量计、阻尼器、真空泵;

[0005] 水箱与计量泵通过管路连接,连接管路上设置有流量表,计量泵上设置有水压表;计量泵与压力室连通,连接管路上设置有阀门,甲烷气体瓶与压力室连通,连接管路上设置有减压阀和气压表;油箱通过管路与压力室连接,连接管路上设置有阀门、油压表、围压控制阀、轴压控制阀,围压控制阀与计算机连接,轴压控制阀与流量表和水压表连接;压力室底部与真空泵连接,连接管路上设置有阻尼器、电子气体流量计、气压表、气水分离器、阀门,电子气体流量计与计算机连接;压力室上设置有密封胶圈、围压增压胶圈,试件放置在压力室内。

[0006] 进一步,所述的三轴应力加载系统由压力室筒、底座、活塞杆、密封胶圈和压力室组成,压力室筒安装在底座上,活塞杆与压力室筒之间安装有密封胶圈,计量泵通过穿过活塞杆的管路与压力室连通。

[0007] 进一步,所述的气渗透系统主要由甲烷气体瓶、减压阀、阀门、气压表、电子气体流量计、阻尼器、真空泵连接组成,甲烷气体瓶通过管路穿过活塞杆与压力室连通,管路上设置有减压阀、阀门、气压表,压力室底部通过管路与真空泵连接,管路上设置有气压表、电子气体流量计、阻尼器。

[0008] 进一步,所述的水力压裂系统主要由水管、水箱、流量表、水压表、计量泵、阀门、放空管、接往系统进口连接组成,水箱与计量泵连接的管路上安装有流量表,计量泵上安装有

水压表,计量泵与接往系统进口的连接管路上设置有放空管和阀门。

[0009] 进一步,所述的流量测量系统包括通过管路连接的阀门、气水分离器、气压表、电子气体流量计、阻尼器、真空泵,阀门设置在连接管路和气水分离器上,电子气体流量计和气水分离器之间的连接管道上设置有气压表,电子气体流量计和真空泵之间安装有阻尼器。

#### [0010] 效果汇总

[0011] 本发明弥补了常规三轴应力渗流实验仪不能提供负压的不足,同时还兼顾了水力压裂功能,集渗流与水力压裂实验于一体,能够进行高压水及负压载荷下的各种单轴与三轴渗流实验,能够模拟抽采钻孔负压状态下的瓦斯运移及考察水力压裂效果,在实验室能完成对煤体试样负压状态下的渗流规律研究以及试件采取水力压裂措施后的增透效果考察。

#### 附图说明

[0012] 图1是本发明实施例提供的高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置的结构示意图;

[0013] 图2是本发明实施例提供的三轴应力加载系统的结构示意图;

[0014] 图3是本发明实施例提供的气渗透系统的结构示意图;

[0015] 图4是本发明实施例提供的水力压裂系统的结构示意图;

[0016] 图5是本发明实施例提供的流量测量系统的结构示意图;

[0017] 图中:1-水箱;2-流量表;3-计量泵;4-水压表;5-阀门;6-密封胶圈;7-压力室;8-围压增压胶圈;9-试件;10-油压表;11-围压控制阀;12-轴压控制阀;13-油箱;14-计算机;15-减压阀;16-甲烷气体瓶;17-气压表;18-气水分离器;19-电子气体流量计;20-阻尼器;21-真空泵;22-压力室筒;23-底座;24-活塞杆;25-水管;26-放空管;27-接往系统进口。

#### 具体实施方式

[0018] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0019] 图1示出了本发明的高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置的结构,如图所示,本发明是这样实现的,一种高压水及负压加载状态下三轴应力渗流实验装置主要由三轴应力加载系统、气渗透系统、水力压裂系统、流量测量系统、传感与控制系统五部分组成,具体包括水箱1、流量表2、计量泵3、水压表4、阀门5、密封胶圈6、压力室7、围压增压胶圈8、试件9、油压表10、围压控制阀11、轴压控制阀12、油箱13、计算机14、减压阀15、甲烷气体瓶16、气压表17、气水分离器18、电子气体流量计19、阻尼器20、真空泵21;

[0020] 水箱1与计量泵3通过管路连接,连接管路上设置有流量表2,计量泵3上设置有水压表4;计量泵3与压力室7连通,连接管路上设置有阀门5,甲烷气体瓶16与压力室7连通,连接管路上设置有减压阀15和气压表17;油箱13通过管路与压力室7连接,连接管路上设置有阀门5、油压表10、围压控制阀11、轴压控制阀12,围压控制阀11与计算机14

连接,轴压控制阀 12 与流量表 2 和水压表 4 连接;压力室 7 底部与真空泵 21 连接,连接管路上设置有阻尼器 20、电子气体流量计 19、气压表 17、气水分离器 18、阀门 5,电子气体流量计 19 与计算机 14 连接;压力室 7 上设置有密封胶圈 6、围压增压胶圈 8,试件 9 放置在压力室 7 内。

[0021] 进一步,如图 2 所示,所述的三轴应力加载系统由压力室筒 22、底座 23、活塞杆 24、密封胶圈 6 和压力室 7 组成,压力室筒 22 安装在底座 23 上,活塞杆 24 与压力室筒 22 之间安装有密封胶圈 6,计量泵 3 通过穿过活塞杆 24 的管路与压力室 7 连通。

[0022] 进一步,如图 3 所示,所述的气渗透系统主要由甲烷气体瓶 16、减压阀 15、阀门 5、气压表 17、电子气体流量计 19、阻尼器 20、真空泵 21 连接组成,甲烷气体瓶 16 通过管路穿过活塞杆 24 与压力室 7 连通,管路上设置有减压阀 15、阀门 5、气压表 17,压力室 7 底部通过管路与真空泵 21 连接,管路上设置有气压表 17、电子气体流量计 19、阻尼器 20。

[0023] 进一步,如图 4 所示,所述的水力压裂系统主要由水管 25、水箱 1、流量表 2、水压表 4、计量泵 3、阀门 5、放空管 26、接往系统进口 27 连接组成,水箱 1 与计量泵 3 连接的管路上安装有流量表 2,计量泵 3 上安装有水压表 4,计量泵 3 与接往系统进口 27 的连接管路上设置有放空管 26 和阀门 5。

[0024] 进一步,如图 5 所示,所述的流量测量系统包括通过管路连接的阀门 5、气水分离器 18、气压表 17、电子气体流量计 19、阻尼器 20、真空泵 21,阀门 5 设置在连接管路和气水分离器 18 上,电子气体流量计 19 和气水分离器 18 之间的连接管道上设置有气压表 17,电子气体流量计 19 和真空泵 21 之间安装有阻尼器 20。气体流量测试有两大特点:一是,在负压作用下进行测量;二是,气体流量比较小,变化范围较大。所以应选用量程大且能测定较小流量的数字质量流量计,定制 1000SCCM 的耐高压气体质量流量计。流量计接在渗流出口,当测量负压作用下的流量时,出口处还要有压力表、阻尼器及真空泵。另外,测量水力压裂后的气体流量时,要在流量计前端安装简易的气水分离器,以避免水力压裂残留的水进入气体流量计而导致测量结果的较大误差,甚至造成气体流量计的损坏。

[0025] 本发明弥补了常规三轴应力渗流实验仪不能提供负压的不足,同时还兼顾了水力压裂功能,集渗流与水力压裂实验于一体,能够进行高压水及负压载荷下的各种单轴与三轴渗流实验,能够模拟抽采钻孔负压状态下的瓦斯运移及考察水力压裂效果,在实验室能完成对煤体试样负压状态下的渗流规律研究以及试件采取水力压裂措施后的增透效果考察,该系统与煤矿井下实际采场条件相符合,且安全、合理,对各功能系统的操作与控制具有直观、便捷性,极大地节省由于盲目实施井下顺煤层、穿煤层或顶底板围岩水力压裂造成的工程施工、材料、人力及生产延误等方面的经济损失。

[0026] 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的劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围之内。

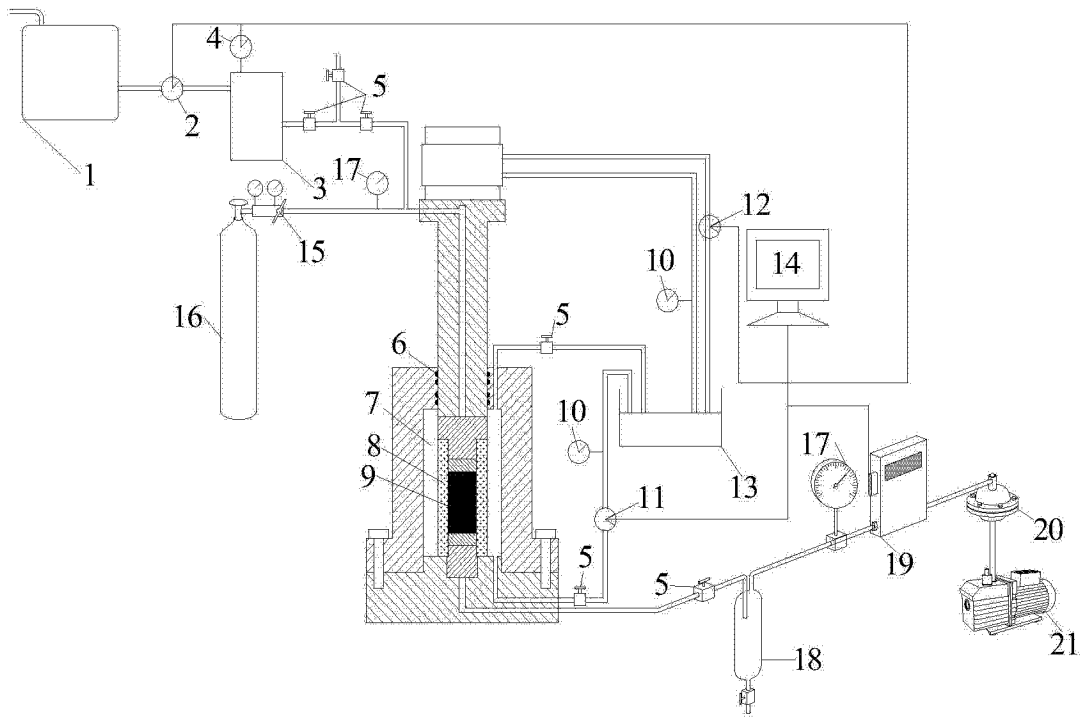


图 1

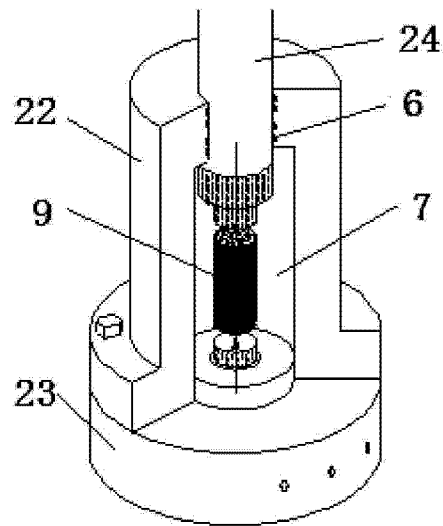


图 2

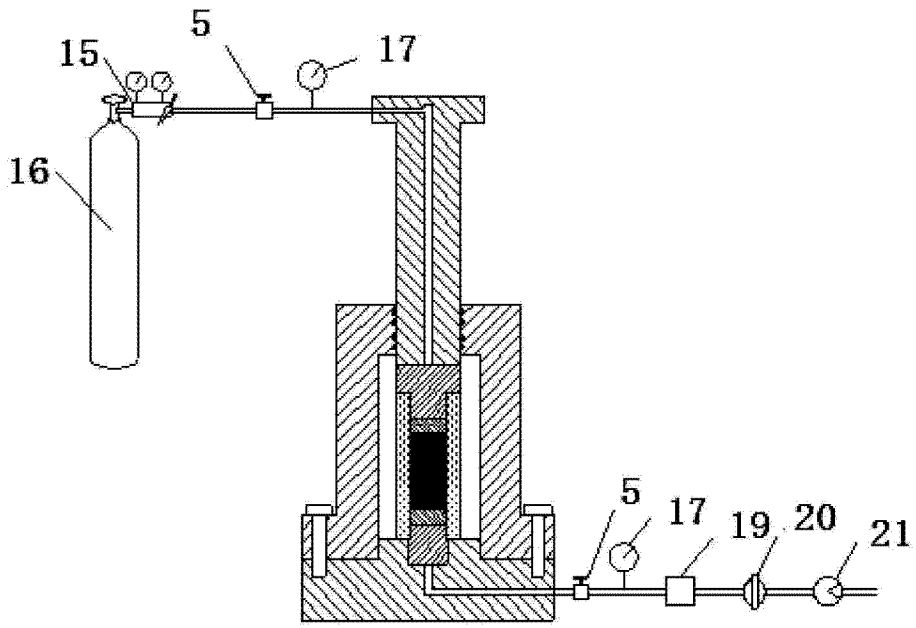


图 3

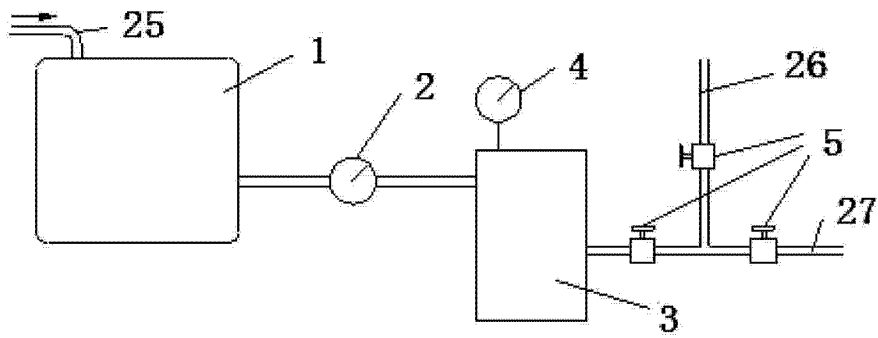


图 4

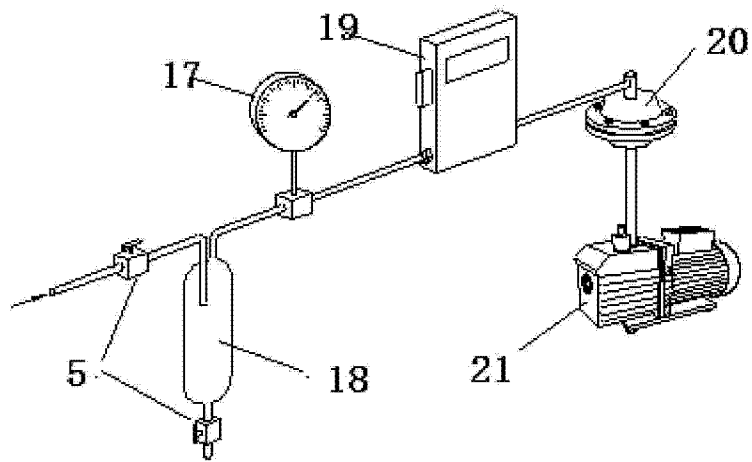


图 5