

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102435539 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201110267766. 2

(22) 申请日 2011. 09. 13

(71) 申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市三环南路中国矿业大学科技处

(72) 发明人 万志军 赵阳升 刘渝 张源
周长冰 国峰

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 程化铭

(51) Int. Cl.

G01N 15/08 (2006. 01)

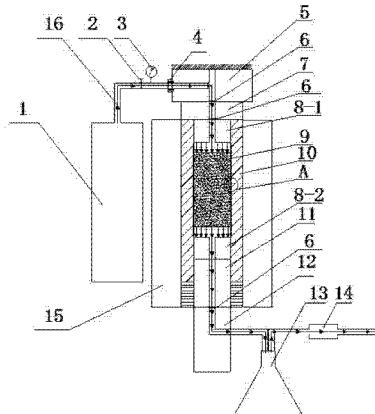
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种高温渗流实验装置及方法

(57) 摘要

一种高温渗流实验装置及方法，装置主要由氮气瓶、压力室、压力室盖板、上下导气压头、主机轴压头，收集瓶，气体流量计构成；方法是通过向置于压力室内的煤岩试样充入氮气，在一定的压力和温度下，使氮气渗透煤岩试样后经导流通道流出，通过主机轴压头的出气口经连通管进入收集瓶，进入收集瓶内的气体经其顶盖的排气管排出，通过气体流量计记录此时的排出气体的流量；通过多次有规律的增加氮气的压力，直至充入氮气的压力增加至 4MPa 时，关闭压力控制阀；同时通过多次有规律的增加煤岩试样的温度，直至温度达到 600℃；停止作业，将采集到的数据进行分析处理，完成整个实验。其结构简单、方法简便、模拟效果。



1. 一种高温渗流实验装置,包括压力室(15),其特征在于:在所述的压力室(15)上依次设有开有中心通孔的压力室盖板(7)和主机盖板(5),主机盖板(5)的侧面设有与压力室盖板(7)中心孔相连通的通口,通口处经进气管(16)连接有氮气瓶(1),进气管(16)上设有压力控制阀(2),压力室(15)内设有置于煤岩试样(9)上下两端开有中心孔的上导气压头(8-1)和下导气压头(8-2),压力室(15)的下部设有与下导气压头(8-2)中心孔相导通的轴压头(11),轴压头(11)的下部设有与轴压头(11)中心孔相通的主机轴压头(12),主机轴压头(12)的外侧设有经管路相连的收集瓶(13),收集瓶(13)的顶盖上设有装有气体流量计(14)的排气管。

2. 根据权利要求1所述的一种高温渗流实验装置,其特征在于:所述的上导气压头(8-1)和下导气压头(8-2)与煤岩试样(9)的接触面上布有多个小盲孔和导流槽。

3. 根据权利要求1所述的一种高温渗流实验装置,其特征在于:所述的主机盖板(5)与压力室盖板(7)之间、压力室盖板(7)与上导气压头(8-1)之间、轴压头(11)与主机轴压头(12)之间均设有密封圈(6)。

4. 根据权利要求1所述的一种高温渗流实验装置,其特征在于:所述的气体流量计14为转子流量计、皂沫流量计或瓦斯流量计。

5. 根据上述装置所述的高温渗流实验方法,其特征在于包括如下步骤:

a. 将待测的煤岩试样(9)置于压力室(15)内,向煤岩试样(9)加压至设定压力10~12Mpa后加温至50℃;

b. 打开设在气管(16)上的压力控制阀(2),向压力室(15)内充入氮气,控制充入氮气的进气压力值为0.5MPa;

c. 进入压力室(15)的氮气经上导气压头(8-1)的中心孔进入,在上导气压头(8-1)下端面分布的小盲孔和导流槽中,均布从煤岩试样(9)的上表面进入并穿过煤岩试样(9),经过下导气压头(8-2)上的小盲孔和导流槽汇集后进入下导气压头(8-2)中心孔,再通过轴压头(11)的中心孔进入主机轴压头(12)的中心孔,通过主机轴压头(12)的出口管路进入收集瓶(13),进入收集瓶(13)内的气体经其顶盖的排气管排出,通过气体流量计(14)记录此时排出气体的流量,完成一次数据采集;

d. 增加充入压力室(15)内的氮气,将充入氮气的压力升高0.5MPa,再次通过气体流量计(14)记录此时排出气体的流量,完成下一次数据采集;

e. 重复步骤d多次,完成多次数据采集,直至充入压力室(15)内的氮气压力增加至4MPa时,关闭压力控制阀(2);

f. 对压力室(15)内的煤岩试样(9)升高温度50℃,并保温半小时,每升高温度50℃后,重复步骤b、c、d、e,直至升高的温度达到600℃时,停止实验。

一种高温渗流实验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种渗流实验装置及方法,尤其是一种适用于大煤岩试样渗透率测定的高温渗流实验装置及方法。

背景技术

[0002] 渗透率是流体矿藏(石油、天然气、煤层气、地下水等)储集层评价与开采的重要参数,一直是地质学家、开发工程师、测井分析家等着力解决的问题。其影响因素复杂,如矿物成分、岩石结构、泥质含量、孔隙形状、孔隙度等,此外温度也是影响其大小的主要因素之一。为了测定渗透率,人们已进行了长期不懈的努力。目前,获得储层渗透率的途径主要有岩心实验室测量渗透率、地震解释渗透率、电缆地层测试渗透率、钻杆地层测试渗透率、试井渗透率以及测井解释渗透率等几种方法。通过岩心实验室测定渗透率是目前使用最多的一种测定渗透率的方法。该方法通过攫取具体地层处的煤岩试样,做成符合具体实验要求的形状和大小,然后通过相应的实验设备,进行相应的实验,以测定煤岩试样的渗透率,以便为各种科研和生产活动服务。

[0003] 目前岩心实验室测定渗透率时主要研究了应力的变化对渗透率的影响,这方面的研究很多并出了很多研究成果,而对于温度对渗透率的影响方面的研究则相对较少。尽管岩心实验室测定渗透率作为一种非常有用的选择性测定方法。但是仍然存在以下不足:

1)以往测定煤岩试样渗透率的岩心的尺寸普遍不大,通常为圆柱体,直径偏小,在5cm以内,长度都在10cm以内。由于煤岩试样过小,一个煤岩试样不可能包含有完整的层理结构,所以,无法正确反应该煤岩试样地层处的具体渗透情况。

[0004] 2)温度是影响渗透率的主要因素之一。以往的岩心渗透率实验方法中,一般都是在常温下进行的,仅有少量实验设备可以在温度条件下测定渗透率,反映温度对煤岩试样渗透率的影响。所以,高温下煤岩试样的渗透率还有待进一步的研究。

[0005] 3)进行渗透率测定时,以往使用的流体大多使用的是空气。由于空气成分复杂,在实验时可能出现一些不稳定因素,如发生显著的物理化学变化、燃烧等情况。而且,由于使用气体作为流体,在实验时,气体的渗漏也是实验必须解决的一个关键问题。

发明内容

[0006] 技术问题:本发明的目的是克服已有技术中的不足之处,提供一种结构简单、操作方便、渗流效果好的适用于大煤岩试样渗透率测定的高温渗流实验装置及方法。

[0007] 技术方案:本发明的高温渗流实验装置,包括压力室,在所述的压力室上依次设有开有中心通孔的压力室盖板和主机盖板,主机盖板的侧面设有与压力室盖板中心孔相连通的通口,通口处经进气管连接有氮气瓶,进气管上设有压力控制阀,压力室内设有置于煤岩试样上下两端开有中心孔的上导气压头和下导气压头,压力室的下部设有与下导气压头中心孔相导通的轴压头,轴压头的下部设有与轴压头中心孔相通的主机轴压头,主机轴压头的外侧设有经管路相连的收集瓶,收集瓶的顶盖上设有装有气体流量计的排气管。

[0008] 所述的上导气压头和下导气压头与煤岩试样的接触面上布有多个小盲孔和导流槽；所述的主机盖板与压力室盖板之间、压力室盖板与上导气压头之间、轴压头与主机轴压头之间均设有密封圈；所述的气体流量计为转子流量计、皂沫流量计或瓦斯流量。

[0009] 本发明的高温渗流实验方法，包括如下步骤：

a. 将待测的煤岩试样置于压力室内，向煤岩试样加压至设定压力 $10 \sim 12\text{Mpa}$ 后加温至 50°C ；

b. 打开设在气管上的压力控制阀，向压力室内充入氮气，控制充入氮气的进气压力值为 0.5MPa ；

c. 进入压力室的氮气经上导气压头的中心孔进入，在上导气压头下端面分布的小盲孔和导流槽中，均布从煤岩试样的上表面进入并穿过煤岩试样，经过下导气压头上的小盲孔和导流槽汇集后进入下导气压头中心孔，再通过轴压头的中心孔进入主机轴压头的中心孔，通过主机轴压头的出口管路进入收集瓶，进入收集瓶内的气体经其顶盖的排气管排出，通过气体流量计记录此时排出气体的流量，完成一次数据采集；

d. 增加充入压力室内的氮气，将充入氮气的压力升高 0.5MPa ，再次通过气体流量计记录此时排出气体的流量，完成下一次数据采集；

e. 重复步骤d多次，完成多次数据采集，直至充入压力室内的氮气压力增加至 4MPa 时，关闭压力控制阀；

f. 对压力室内的煤岩试样升高温度 50°C ，并保温半小时，每升高温度 50°C 后，重复步骤 b、c、d、e，直至升高的温度达到 600°C 时，停止实验。

[0010] 有益效果：通过采用可以有效防止实验过程中的气体的渗漏现象的安全密封装置，并采用化学稳定性高的氮气作为测定渗透率的流体，通过管路收集大煤岩试样在高温下所产生的液体。可对较大尺寸的煤岩试样进行试验，改善了以往煤岩试样尺寸偏小的不足，能更好的反映岩层的渗透情况；通过不断提高加热部件的温度，可产生并保持煤岩试样不同时段所需温度，最高温度可达 600°C ；氮气是典型的不活泼气体，对于煤岩试样几乎没有吸附性，并且化学性质稳定，价格低廉并且易于获得，是测定渗透率实验的良好流体；渗透过程中，煤岩试样圆周包裹了一层薄铜皮，并在气流通路上加入了 3 块不同的紫铜环，并在通气口与出气口处均采用了良好的防渗漏部件，使得整个气体通路中，出现渗漏气体的概率大大降低，保证了测定渗透率的可靠性。其结构简单、方法简便、渗流效果好。

附图说明

[0011] 图 1 是本发明所使用的装置结构示意图。

[0012] 图 2 是图 1 中 A 局部放大图。

[0013] 图中：1—氮气瓶，2—压力控制阀，3—气压表，4—法兰，5—主机盖板，6—密封圈，7—压力室盖板，8-1—上导气压头，8-2—下导气压头，9—煤岩试样，10—侧压固体，11—轴压头，12—主机轴压头，13—收集瓶，14—气体流量计，15—压力室，16—进气管，17—紫铜皮，18—云母纸，19—合金电阻片。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明的实施例作进一步的描述：

如附图所示，本发明的高温渗流实验装置，主要由氮气瓶 1、压力室 15、开有中心孔的压力室盖板 7、上下导气压头、主机轴压头 12，收集瓶 13，气体流量计 14 构成，压力室 15 使用内外 H13 钢厚壁圆筒缸体双层缩套结构，在压力室 15 的空腔内由下及上依次安放围压套、轴压头 11、导气压头 8、煤岩试样 9、上下导气压头，煤岩试样 9 周围由里及外依次包紧紫铜皮 17、云母纸 18、合金电阻片 19、云母纸 18。然后在煤岩试样 9 及压力室之间的空间处安装食盐侧压固体 10。开有中心孔的压力室盖板 7 设在压力室 15 上，压力室盖板 7 上设有与其中心孔相通的主机盖板 5，主机盖板 5 的侧面设有与压力室盖板 7 中心孔相连通的通口，通口处经法兰 4 连接有与氮气瓶 1 相连的进气管 16，压力室 15 内设有置于煤岩试样 9 上下两端的上导气压头 8-1 和下导气压头 8-2；上导气压头 8-1 和下导气压头 8-2 与煤岩试样 9 的接触面上布有多个小盲孔和导流槽。上导气压头 8-1 的中部开有中心孔，压力室 15 的下部设有与下导气压头 8-2 中心孔相导通的轴压头 11，轴压头 11 的下部设有顶靠在其上的主机轴压头 12，主机轴压头 12 内设有与轴压头 11 中心孔相通的通道，通道口经管路连有收集瓶 13，收集瓶 13 的顶盖上连有装有气体流量计 14 的出气管，气体流量计 14 为转子流量计、皂沫流量计或瓦斯流量计可根据气流大小的不同选择合适仪器。主机盖板 5 与压力室盖板 7 之间、压力室盖板 7 与上导气压头 8-1 之间、轴压头 11 与主机轴压头 12 之间均设有密封圈 6。

[0015] 本发明的高温渗流实验方法，首先在压力室 15 的空腔内由下及上依次安放围压套、轴压头 11、上、下导气压头 8-1、8-2，将加工好的直径为 200mm、高度为 400mm 的圆柱形煤岩试样 9 放置在上、下导气压头之间，在煤岩试样 9 按常规表面包裹 0.1mm 厚的紫铜皮 17 以及 0.25mm 厚的云母纸 18，再在上、下导气压头 8-1、8-2 之周围包裹上下连通的电阻合金片 19 导电层，并用铜套将上、下导气压头 8-1、8-2 周围的电阻合金片 19 簧紧，使其与上、下导气压头 8-1、8-2 导电良好 ($R < 0.01 \Omega$)，在合金片外包裹一层云母纸，然后装填侧压固体 10。将主机轴压头 12 和围压头打磨干净，并将密封圈 6 放入主机轴压头 12 中心的凹槽内，在主机盖板 5 底部凹槽内放入密封圈 6，并用胶布固定在主机盖板 5 凹槽内；然后将压力室 15 推入加压主机内，连接电源线；同时，在主机盖板 5 的通气口处用法兰 4 联接与氮气瓶 1 相连的进气管 16，通过设在进气管 16 上的压力控制阀 2 和气压表 3 控制和计量充入氮气气体的压力和流量，在主机轴压头 12 的下部出气口用长软管将出气口与气体流量计 14 相连；气体流量计 14 分为转子流量计、皂沫流量计以及瓦斯流量计三种，可据气流大小的不同选择合适仪器。连通电源，通过调节温控柜的电流旋钮，改变煤岩试样 9 所处的温度环境，温度最高可达到 600℃。恒定电流，保持一定的温度值，打开压力控制阀 2，通过管道向煤岩试样注入一定压强的氮气，观测气体流量计的流量，然后根据渗透率表达式即可得出相应的渗透率大小。具体实验步骤如下：

a. 将待测的煤岩试样 9 置于压力室 15 内，通过轴压和围压对压力室 15 内的煤岩试样 9 加压，加压至 400m ~ 600m 埋深的压力后，开启温控柜电源，慢调节输出电流加温至 50℃，保温半小时；

b. 将氮气瓶 1 与压力控制阀 2 管路连接，并开启氮气瓶 1，打开设在气管 16 上的压力控制阀 2 向压力室 15 内充入氮气，充入压力室 15 内的氮气经主机盖板 5 和压力室盖板 7 的中心孔进入，通过压力表 3 显示压力，调整阀门 2 控制充入氮气的进气压力值到 0.5MPa；

c. 进入压力室 15 的氮气经上导气压头 8-1 的中心孔进入，在上导气压头 8 下端面分

布的小盲孔和导流槽中，均布从煤岩试样 9 的上表面进入并穿过煤岩试样 9，经过下导气压头 6 的小盲孔和导流槽汇集流向导气压头 8-2 的中心孔中，再通过轴压头 11 的中心孔进入主机轴压头 12 的中心孔，通过主机轴压头 12 的出气口经连通管进入收集瓶 13，高温下煤岩试样 9 产生的液体随氮气一起进入收集瓶 13 内，收集瓶 13 把液体收集起来，以免液体进入气体流量计 14 而造成仪器损坏，气体经收集瓶 13 顶盖的排气管排出，通过气体流量计 14 记录此时的排出气体的流量；

d. 增加充入压力室 15 内的氮气，将充入氮气的压力升高 0.5MPa，再次通过气体流量计 14 记录此时排出气体的流量，完成下一次数据采集；

e. 重复步骤 d 多次，完成多次数据采集，直至充入压力室 15 内的氮气压力增加至 4MPa 时，关闭压力控制阀 2；

f. 对压力室 15 内的煤岩试样 9 升高温度 50℃，并保温半小时，每升高温度 50℃ 后，重复步骤 b、c、d、e，直至升高的温度达到 600℃ 时，停止实验。

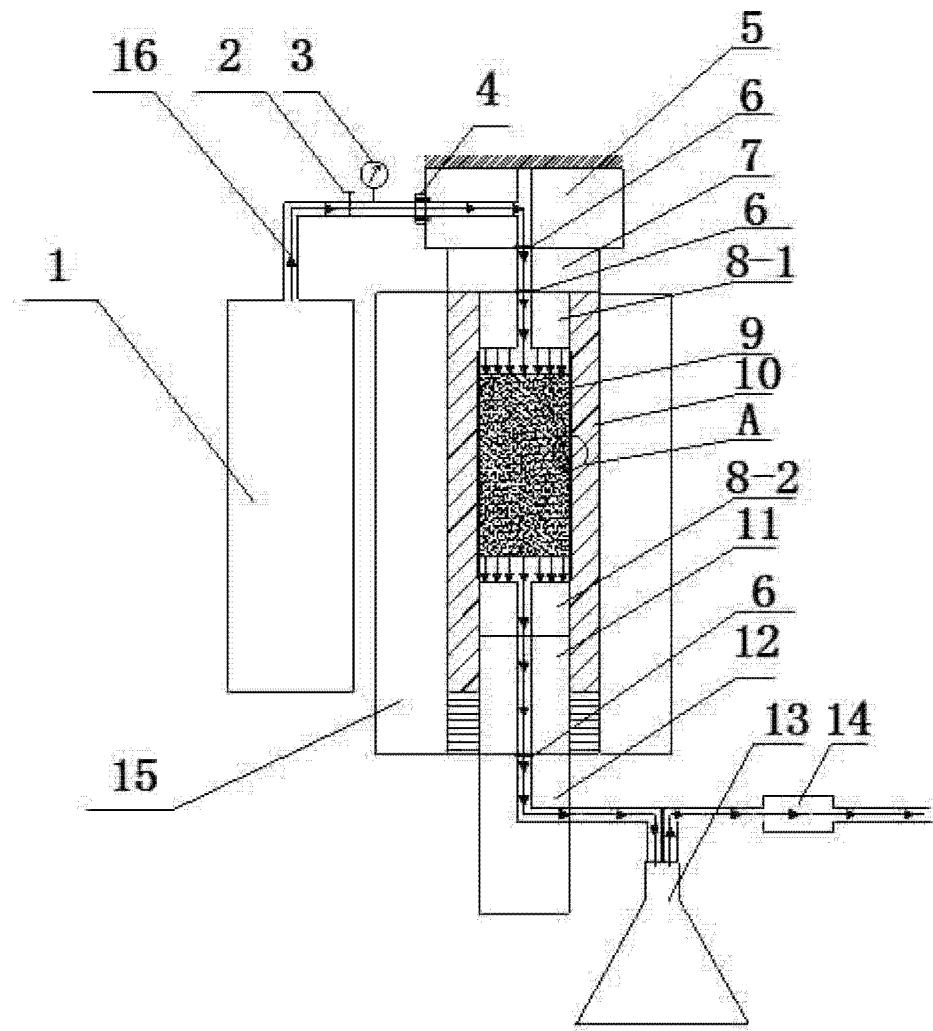


图 1

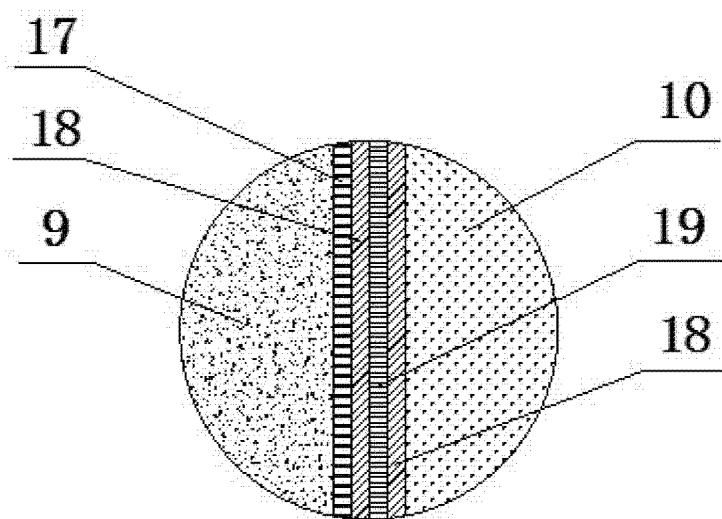


图 2