



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105067494 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201510405026. 9

(22) 申请日 2015. 07. 10

(71) 申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院

(72) 发明人 张磊 屠洪盛 叶志伟 张村
王沉 张艳伟 郝定溢

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006. 01)

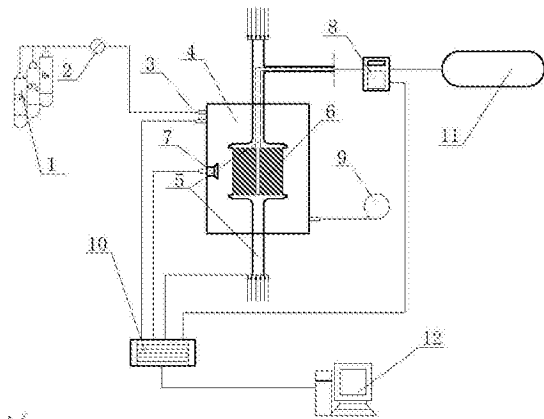
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法及装置

(57) 摘要

一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法及装置,属于渗透率测试方法及装置。测试煤样中心开孔,气体从侧向向中心圆孔渗流,基于径向渗流实验测出渗透率,与传统的轴向渗流测渗透率作对比研究;装置包括气源钢瓶、气体流量与压力控制系统、轴向加载系统和数据采集与分析系统;首先制备中心开孔的圆柱形岩样,然后将岩样装在岩样放置台后,侧向加气体围压,轴向加载机构加载轴向压力,气体从侧面沿径向渗透至中心圆孔后通过排气口排出。优点:实现针对气体沿样品岩芯径向渗流能力的测试;采用瓦斯气体提供围压,对于气体抽采研究更具有现实性;克服了传统的三轴应力条件下,高压油容易侵入煤体而导致实验失败的问题;有利于对样品的应变进行监测。



1. 一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法,其特征是:测试方法的测试煤样中心开孔,气体从侧向向中心圆孔渗流,基于径向渗流实验测出渗透率,与传统的轴向渗流测渗透率作对比研究;本测试系统包括气源钢瓶、气体流量与压力控制系统、轴向加载系统和数据采集与分析系统;

渗透率测试方法的具体步骤:

(1) 制备中心开孔、上下端贴密封膜的圆柱形煤样;

(2) 气源钢瓶通过流量阀与封闭压力室相连,按照实验步骤对压力室注入气体;真空泵通过流量阀与封闭压力室相连,按照实验步骤对封闭压力室抽真空;

(3) 封闭压力室内部设有轴向加载机构,按照实验步骤对煤样加载额定的压力;

(4) 封闭压力室侧方设有气体压力传感设备与数据采集器相连,时时监测并显示压力室内气体压力;

(5) 封闭压力室侧方装有视频引伸计,并接入数据采集器,监测并记录煤样渗流过程中的应变。

2. 权利要求1所述的一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法的专用装置,其特征是:测试装置包括:气源钢瓶、流量阀、压力传感器、封闭压力室、轴向加载机构、视频引伸计、真空泵、流量计、废气收集囊、数据采集器和计算机;气源钢瓶通过流量阀与封闭压力室连接,压力传感器、轴向加载机构、视频引伸计和流量计通过数据采集器与计算机连接,真空泵与封闭压力室连接,废气收集囊与流量计连接,轴向加载机构穿过封闭压力室;封闭压力室内部设有轴向加载机构,封闭压力室侧方设有气体压力传感设备与数据采集器相连,此外封闭压力室侧方的视频引伸计与数据采集器相连,数据采集器接计算机实现数据采集器与计算机之间的数据通信。

3. 根据权利要求2所述的一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法的专用装置,其特征是:所述的封闭压力室设有视频引伸计连接线接口,视频引伸计通过接线口外接至数据采集器,进而得到煤样渗流过程中煤体应变数据。

4. 根据权利要求2所述的一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法,其特征是:所述的轴向加载机构上部加载杆件中空,封闭压力室气体在煤样中径向渗流至中心孔,然后通过中空杆件将气体外排。

5. 根据权利要求3所述的一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法,其特征是:所述的测试煤样中心开孔,上下端贴密封膜。

一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种渗透率测试方法及装置,特别是一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法及装置。

背景技术

[0002] 岩层或煤层渗透率的测试不仅对揭示地下赋存瓦斯的运移规律有重要意义,而且为评估煤层瓦斯可抽采性以及预防瓦斯灾害提供重要的评价标准。

[0003] 自然界岩层或煤层渗透率的测试通常有实验法和现场勘查法,两者都通过测量一些相关数据再根据达西定律得到渗透率。

[0004] 传统上,一般制备圆柱形煤样,然后在煤样侧面贴密封膜,高压油对煤样加围压,由于只对煤样的侧面密封而圆柱试样两端需要进行气体渗流,所以高压油容易侵入媒体而导致实验失败,此外由于侧面应变片受高压油的挤压,所以煤体应变测试容易不准确。本测试方法轴向加载荷,封闭压力室内的高压气体对煤样加围压,克服了传统测试方法的缺点。

发明内容

[0005] 本发明的目的是要提供一种基于径向渗流实验的渗透率测试方法,通过测试煤体渗透率进而为评价煤层透气性提供重要指标,对评价煤层瓦斯的可抽采性具有重要意义。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:测试方法的测试煤样中心开孔,气体从侧向向中心圆孔渗流,基于径向渗流实验测出渗透率,与传统的轴向渗流测渗透率作对比研究;本测试系统包括气源钢瓶、气体流量与压力控制系统、轴向加载系统和数据采集与分析系统;

[0007] 渗透率测试方法的具体步骤:

[0008] 1、制备中心开孔、上下端贴密封膜的圆柱形煤样;

[0009] 2、气源钢瓶通过流量阀与封闭压力室相连,按照实验步骤对压力室注入气体;真空泵通过流量阀与封闭压力室相连,按照实验步骤对封闭压力室抽真空;

[0010] 3、封闭压力室内部设有轴向加载机构,按照实验步骤对煤样加载额定的压力;

[0011] 4、封闭压力室侧方设有气体压力传感设备与数据采集器相连,实时监测并显示压力室内气体压力;

[0012] 5、封闭压力室侧方装有视频引伸计,并接入数据采集器,监测并记录煤样渗流过程中的应变。

[0013] 专用装置:通过径向渗流实验来测渗透率,测试装置包括:气源钢瓶、流量阀、压力传感器、封闭压力室、轴向加载机构、视频引伸计、真空泵、流量计、废气收集囊、数据采集器和计算机;气源钢瓶通过流量阀与封闭压力室连接,压力传感器、轴向加载机构、视频引伸计和流量计通过数据采集器与计算机连接,真空泵与封闭压力室连接,废气收集囊与流量计连接,轴向加载机构穿过封闭压力室,视频引伸计位于封闭压力室内;封闭压力室内部设有轴向加载机构,封闭压力室侧方设有气体压力传感设备、视频引伸计分别与数据采集器相连,数据采集器接计算机实现数据采集器与计算机之间的数据通信。

[0014] 所述的封闭压力室侧方装有视频引伸计,并接入数据采集器,监测并记录煤样渗流过程中的应变。

[0015] 所述的轴向加载机构上部加载杆件中空,封闭压力室气体在煤样中径向渗流至中心孔,然后通过中空杆件将气体外排。

[0016] 测试煤样中心开孔,上下端贴密封膜。

[0017] 有益效果,由于采用了上述方案,传统的轴向渗流测试方法对评价地下赋存瓦斯的大范围运移规律具有重要意义,但对于打钻孔进行瓦斯抽采进而形成的径向渗流问题,传统测试方法评价效果差强人意,本测试方法封闭压力室内气体向中心圆孔渗流,更接近瓦斯钻孔抽采的实际情况,对评价煤层瓦斯抽采性更具有现实意义。针对气体沿样品岩芯径向渗流能力的测试;同时与传统的三轴加载条件,围压需要依赖油压来提供不同,采用瓦斯气体提供围压,对于渗流研究更具有独特性和创造性,对于气体抽采研究更具有现实性;克服了传统的三轴应力条件下,高压油容易侵入煤体而导致实验失败的问题;样品周围是气体介质,更有利于对样品的应变进行监测。

[0018] 优点:与传统的三轴加载条件,围压需要依赖油压来提供不同,采用的是瓦斯气体提供围压,研究更具有创造性和现实性;解决了传统的三轴应力条件下,高压油容易侵入煤体而导致实验失败的问题。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明的具体实施,下面对实施过程中的结构附图做简单介绍,结构示意图并非实际测试结构的真实尺寸,旨在向读者说明本发明的测试原理及其具体流程。此外,以下描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域的普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他附图,这些附图均属于本发明的保护范围。

[0020] 图 1 是本发明的径向渗流实验测试系统结构图。

[0021] 图 2 是本发明的径向渗流实验结构主视图图。

[0022] 图 3 是本发明的径向渗流实验结构俯视图。

[0023] 图 4 是本发明的渗透率与气体压力关系图。

[0024] 图中,1、气源钢瓶;2、流量阀;3、压力传感器;4、封闭压力室;5、轴向加载执行机构;6、测试煤样;7、视频引伸计;8、流量计;9、真空泵;10、数据采集器;11、废气收集囊;12、计算机。

具体实施方式

[0025] 下面对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例都属于本发明的保护范围。

[0026] 测试方法的测试煤样中心开孔,气体从侧向向中心圆孔渗流,基于径向渗流实验测出渗透率,与传统的轴向渗流测渗透率作对比研究;本测试系统包括气源钢瓶、气体流量与压力控制系统、轴向加载系统和数据采集与分析系统;

[0027] 渗透率测试方法的具体步骤:

[0028] 1、制备中心开孔、上下端贴密封膜的圆柱形煤样；
[0029] 2、气源钢瓶通过流量阀与封闭压力室相连，按照实验步骤对压力室注入气体；真空泵通过流量阀与封闭压力室相连，按照实验步骤对封闭压力室抽真空；
[0030] 3、封闭压力室内设有轴向加载机构，按照实验步骤对煤样加载额定的压力；
[0031] 4、封闭压力室侧方设有气体压力传感设备与数据采集器相连，实时监测并显示压力室内气体压力；
[0032] 5、封闭压力室侧方装有视频引伸计，并接入数据采集器，监测并记录煤样渗流过程中的应变。

[0033] 专用装置：通过径向渗流实验来测渗透率，测试装置包括：气源钢瓶 1、流量阀 2、压力传感器 3、封闭压力室 4、轴向加载机构 5、视频引伸计 7、真空泵 9、流量计 8、废气收集囊 11、数据采集器 10 和计算机 12；气源钢瓶 1 通过流量阀 2 与封闭压力室 4 连接，压力传感器 3、轴向加载机构 5、视频引伸计 7 和流量计 8 通过数据采集器 10 与计算机 12 连接，真空泵 9 与封闭压力室 4 连接，废气收集囊 11 与流量计 8 连接，轴向加载机构 5 穿过封闭压力室 4，视频引伸计 7 位于封闭压力室 4 内；封闭压力室内设有轴向加载机构 5，封闭压力室 4 侧方设有气体压力传感设备 3、视频引伸计 7 分别与数据采集器相连，数据采集器 10 接计算机 12 实现数据采集器与计算机之间的数据通信。

[0034] 所述的封闭压力室侧方装有视频引伸计，并接入数据采集器，监测并记录煤样渗流过程中的应变。

[0035] 所述的轴向加载机构上部加载杆件中空，封闭压力室气体在煤样中径向渗流至中心孔，然后通过中空杆件将气体外排。

[0036] 测试煤样中心开孔，上下端贴密封膜。

[0037] 实施例 1：以测试煤样对甲烷的渗透率为例（1 到 4MPa），测试步骤如下：

[0038] 制备圆柱形煤样，中心打孔，煤样高 h 为 50mm，直径 d_0 为 54mm，中心小孔的直径 d_1 为 2mm，煤样上下端贴密封膜，保证煤样的径向渗流。

[0039] 将煤样装载至封闭压力室轴向加载机构的下托盘上，安装好测试系统的各个装置，关闭进气端的流量阀，对封闭压力室抽真空。

[0040] 加载轴向载荷至 1MPa，然后向封闭压力室注入气体，待压力传感器显示封闭压力室内气体压力稳定后（保证煤样对气体的充分吸附，进而在煤样内部达到气体的渗流稳定），记录封闭压力室内的气体压力 P_1 及煤样中心孔的气体压力 P_2 （煤样中心孔内气体通过轴向加载杆件中心孔、流量计，最后进入废气收集囊，因为废气收集囊无压力，所以 P_2 视为大气压）。记录流量计的流量读数 Q 。

[0041] 加大对封闭压力室的注气量，将封闭压力室内气体压力稳定至不同压力点。

[0042] 将轴向载荷分别增至 2MPa、3MPa、4MPa，重复步骤 3、4。

[0043] 分别计算不同轴向载荷与气体压力下的渗透率，并绘图。

[0044] 测试原理及其计算

[0045] 渗透率通常通过达西定律来计算，达西定律的原始公式为 $Q = KFh/L$ ，式中 Q 为单位时间渗流量， F 为过水断面， h 为总水头损失， L 为渗流路径长度， $I = h/L$ 为水力坡度， K 为渗透系数。关系式表明，水在单位时间内通过多孔介质的渗流量与渗流路径长度成反比，与过水断面面积和总水头损失成正比。

[0046] 本测试在径向渗流实验下通过测得相关参数来计算渗透率,达西定律在本方法下的推导公式为

$$[0047] \quad K = \frac{\mu Q \ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{\pi h (P_1^2 - P_2^2)}$$

[0048] 式中 K 为渗透率; μ 为气体粘度; Q 为气体流量; r_o 为圆柱形煤样的半径; r_i 为中心孔半径; h 为煤样高度; P_1 为封闭压力室内的气体压力; P_2 为煤样中心孔内的压力。

[0049] 根据以上公式分别计算不同轴向载荷与气体压力下的渗透率,并得到下图。

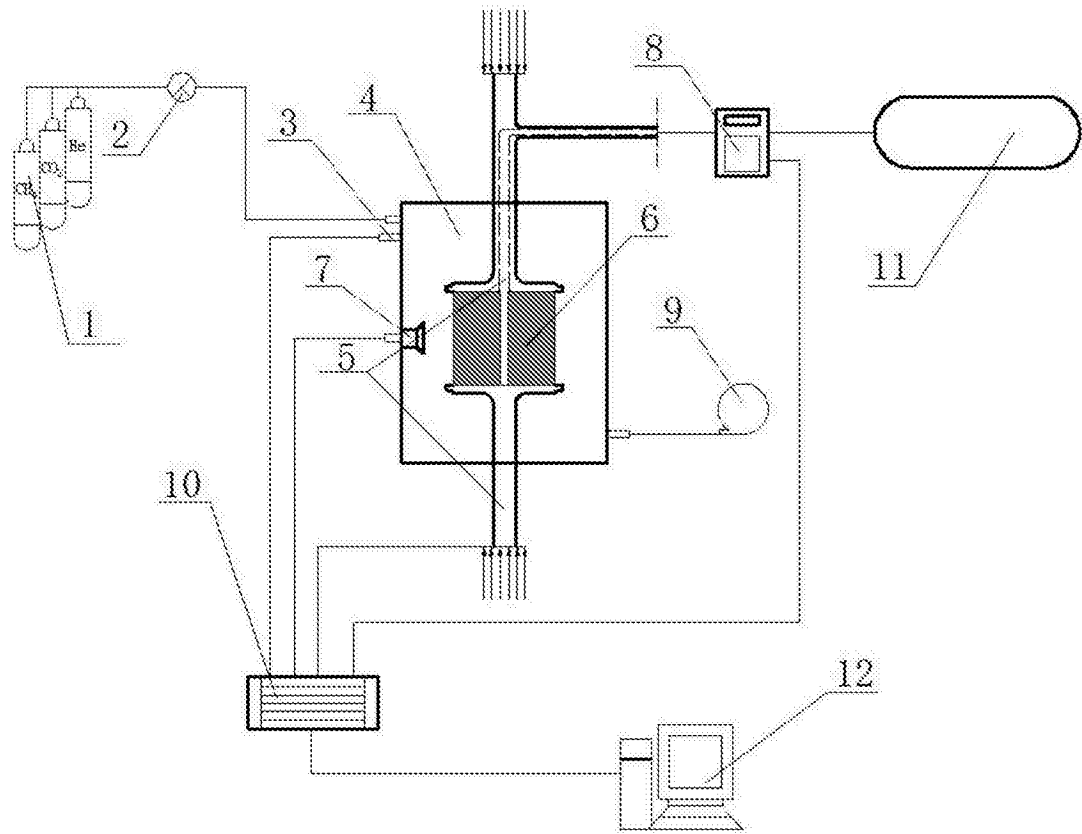


图 1

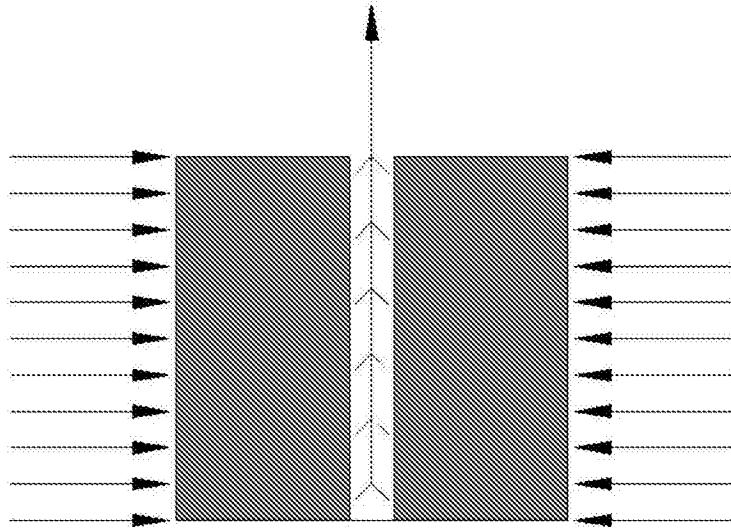


图 2

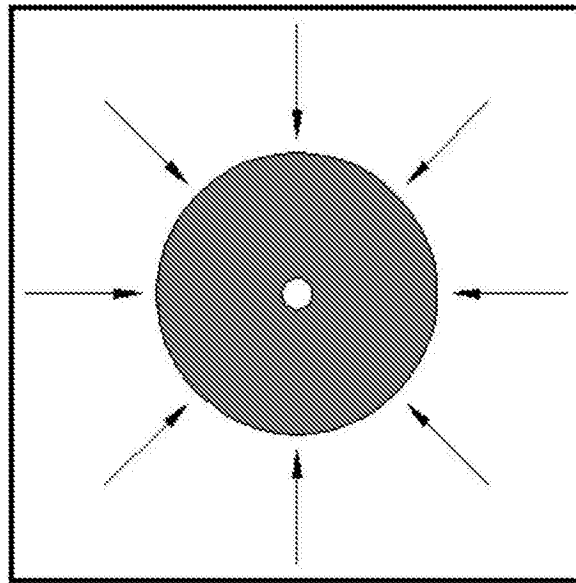


图 3

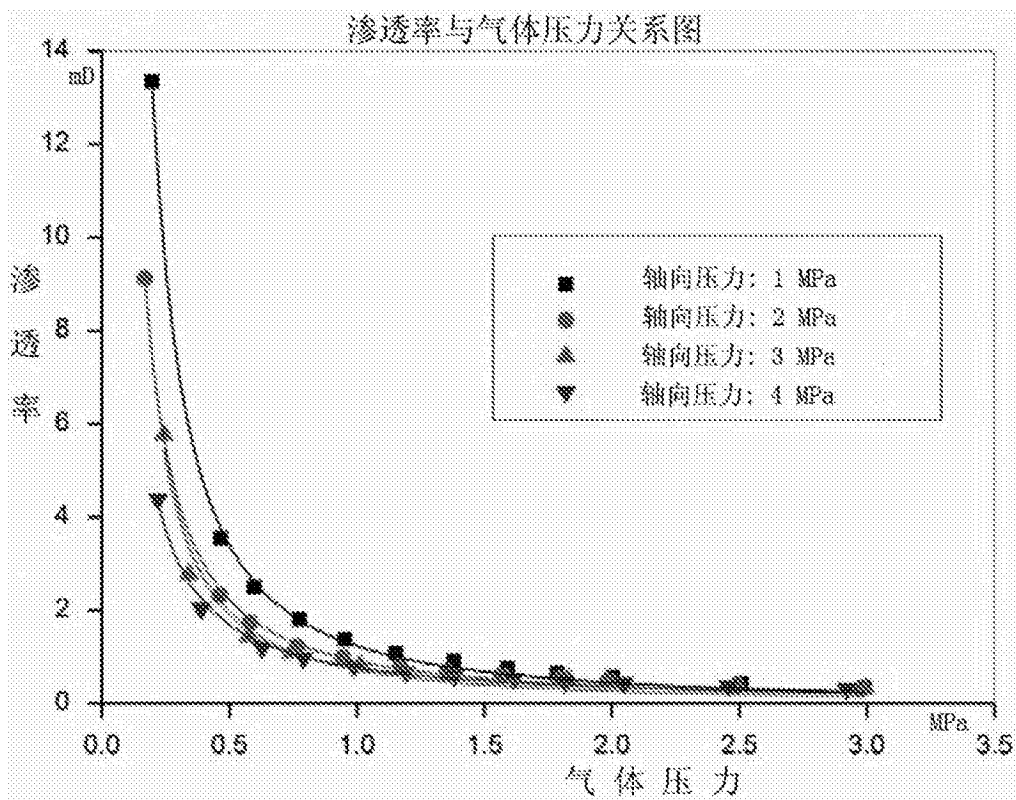


图 4