



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102768174 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201110115915. 3

模拟.《煤炭学报》.2001, 第 26 卷 (第 6 期), 第 573 — 577 页.

(22) 申请日 2011. 05. 06

岳陆 等. 煤层割理孔隙度和相对渗透率特征的测定.《断块油气田》.1995, 第 2 卷 (第 5 期), 第 58 — 62 页.

(73) 专利权人 中国石油大学 (北京)

审查员 伍智勇

地址 102249 北京市昌平区府学路 18 号

(72) 发明人 李相方 胡素明 石军太 胡小虎
任维娜 温声明 尹邦堂 徐兵祥
李骞 张冬玲

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101825555 A, 2010. 09. 08,

EP 0437141 A1, 1991. 07. 17,

EP 1167948 A1, 2002. 01. 02,

CN 2532481 Y, 2003. 01. 22,

EP 2006702 A2, 2008. 12. 24,

CN 201522414 U, 2010. 07. 07,

傅雪海 等. 煤割理压缩实验及渗透率数值

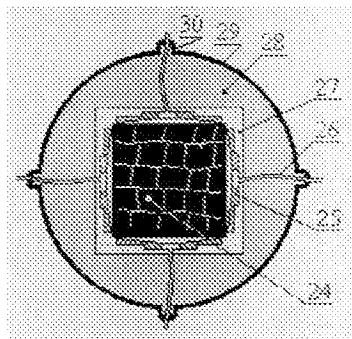
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

测定原煤渗透率的实验装置及方法

(57) 摘要

提供了测定原煤渗透率的实验装置及方法，装置由煤岩夹持系统（含夹持器、立方体模具、环氧树脂固化用加热箱等）、流体注入系统（含泵和增压容器等）、流量计量系统（含气水分离管和气体质量流量计等）组成。实验时首先在立方体原煤的六个面上分别粘结一流体管线接头，并用环氧树脂将煤块密封成立方体状；然后将煤块放入发明的夹持器中，夹持器与煤块之间注入硅油以提供围压；然后将夹持器与注入系统、计量系统相连接；然后分别沿面割理、端割理和垂向三个方向进行注采，即可测得每个方向的渗透率。本发明利用环氧树脂密封立方体状大煤块，既没有破坏煤的裂缝，提高了实验的精度，又可测得各方向的渗透率，扩大了实验数据的应用价值。



1. 一种测定原煤渗透率的实验装置,它由煤岩夹持系统、流体注入系统和流量计量系统三部分组成,其中煤岩夹持系统包括夹持器、立方体模具和环氧树脂固化用加热箱,流体注入系统包括围压泵、增压容器和管阀配件,流量计量系统包含气水分离管、气体质量流量计、量筒和管阀配件,其特征在于:所述夹持器由带孔眼的钢质容器和用于支撑钢质容器的旋转支架两个部分组成,所述钢质容器柱面上均匀分布四个孔眼,用于穿过流体管线,顶面上钻有两个孔眼,一个用于穿过流体管线,另一个用于连接围压泵,底面有一个孔眼,用于连接流体管线,所述钢质容器内部设有两个煤块支架,煤块支架包括三面支撑角和可伸缩支杆,通过垂向移动可伸缩支杆在滑动槽的位置,调节煤块支架在钢质容器内的深度。

2. 一种采用权利要求1所述的实验装置测定原煤渗透率的实验方法,主要包括煤样处理、煤样夹持、面割理方向渗透率测试、端割理方向渗透率测试和垂直方向渗透率测试五大步骤,其特征在于:

煤样处理步骤为:

(1)从煤层露头或煤矿巷道或全直径煤心中取一大块煤,将其锯成立方体状,煤块的边与割理方向平行或垂直,然后用砂纸将煤块六个面进行打磨,去掉毛刺;

(2)用环氧树脂在煤块每个面上粘结一个流体管线接头,为了使得注入流体能够流到大煤块的整个截面,接头的直径根据煤块的大小进行制作;

(3)将煤块放入立方体模具中,向煤块与模具的间隙中注入液态环氧树脂;

(4)将模具放入加热箱中,升高至适当温度使液态环氧树脂固化,将煤块进行密封,并将流体管线接头进一步粘结牢固;

煤样夹持步骤为:

(1)拆开模具,将密封后的煤块放入夹持器的钢质容器中,钢质容器下部的煤块支架与煤块的一角对齐;

(2)调整钢质容器内的上部煤块支架的位置,并调整煤块支架可伸缩支杆的长度,使夹持器的上部支架与煤块的另一角对齐,即可将煤块固定;

面割理方向渗透率测试步骤为:

(1)向夹持器的钢质容器中注入硅油,用以提供实验方案所需要的围压;

(2)将沿着面割理方向的两个流体管线接头与流体注入系统、流量计量系统分别相连,并暂时封堵住其它四个流体管线接头;

(3)按照所需的注入、流出压力进行注采;

(4)根据注采压差和计量的流量数据,结合达西定律解释面割理方向的渗透率;

端割理方向渗透率测试步骤为:

(1)释放围压和注采压力;

(2)将沿着端割理方向的两个流体管线接头与流体注入系统、流量计量系统分别相连,并暂时封堵住其它四个流体管线接头;

(3)按照所需的注入、流出压力进行注采;

(4)根据注采压差和计量的流量数据,结合达西定律解释端割理方向的渗透率;

垂直方向渗透率测试步骤为:

(1)释放围压和注采压力,将垂直煤块方向的两个流体管线接头与流体注入系统、流量计量系统分别相连,并暂时封堵住其它四个流体管线接头;

- (2)选择夹持器的钢质容器,使其中心线保持水平;
- (3)按照所需的注入、流出压力进行注采;
- (4)根据注采压差和计量的流量数据,结合达西定律解释垂直方向的渗透率。

测定原煤渗透率的实验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测定原煤渗透率的实验装置及方法,它属于煤层气开发渗流力学领域。

背景技术

[0002] 煤层气是一种重要的非常规天然气资源,它主要以吸附态赋存于煤岩基质孔隙表面。开发煤层气时,采用排水降压的方式,使吸附气发生解吸,然后通过割理(煤岩中的裂缝主要是割理)渗流到生产井筒。割理是煤层气流到生产井的主要通道,由面割理和端割理组成,二者均与煤层基本垂直,且二者之间也近乎垂直。割理的特征使得煤岩渗透率具有各向异性,即煤岩面割理、端割理和垂向的三个渗透率各不相同。对煤岩各方向的渗透率进行实验测量,是煤层气开发中的一项重要基础工作。

[0003] 目前测定煤岩渗透率的方法通常是:首先从煤心或煤块上钻取圆柱状的小煤样,其直径为25mm或38mm,长度与直径之比大于或等于1;然后将煤样端面切平整,并将端面和柱面打磨光滑,然后将煤样外围涂上几层硅橡胶,并套上橡胶套放入夹持器中;然后沿着垂直煤端面的方向进行注采;最后利用注入压力、流出压力和流量等数据,根据达西定律计算渗透率。

[0004] 这种实验方法主要有三个缺陷:(1)测量的渗透率误差较大,因为煤岩是一种比较脆而易碎的物质,从煤心或煤块中钻取圆柱状的小煤样时,容易破坏煤中的割理和其它裂缝;(2)测量煤岩面割理方向、端割理方向和垂向三个方向的的渗透率时,实验工作量重复性较大,因为需要沿着三个不同方向分别钻取圆柱状的小煤样,每个煤样只能用于测定一个方向的渗透率;(3)测量的渗透率受煤岩非均质性的影响较大,因为煤的非均质性比较强,钻取的岩心并不能较好地代表煤块、更不能代表煤层的渗透率。

[0005] 此外,在常规油气藏渗透率测定实验中,对于各向异性较强的储层的岩心,还有另外一种测定各向渗透率的方法,其主要步骤是:沿柱形岩心轴线钻孔,从中心圆孔注入流体,然后测量岩心外壁各方向的流量,以此数据为基础计算岩心各向异性渗透率的主方向和主值。该方法存在的问题是测取岩心外壁各方向的流量较困难且不太准确,而且在求解时各向异性渗流分析比较困难。这种方法在煤层气渗透率各向异性渗流实验中也未见报道。

发明内容

[0006] 本发明提供一种精度高、操作简便的测定原煤渗透率的实验装置,它由煤岩夹持系统、流体注入系统和流量计量系统三部分组成,其中煤岩夹持系统包含夹持器、立方体模具和环氧树脂固化用加热箱,流体注入系统包括泵、增压容器和管阀配件,流量计量系统包括气水分离管、气体质量流量计、量筒和管阀配件。

[0007] 所述实验装置的夹持器由带孔眼的钢质容器和用于支撑钢质容器的旋转支架两个部分组成。钢质容器柱面上均匀分布四个孔眼,用于穿过流体管线;顶面上钻有两个孔

眼，一个用于穿过流体管线，另一个用于连接围压泵；底面有一个孔眼，用于连接流体管线。钢质容器内部设有两个煤块支架，煤块支架包括三面支撑角和可伸缩支杆，通过垂向移动支杆在滑动槽的位置，可调节煤块支架在容器内的深度；支杆长度和位置的可调节性使其能够夹持不同大小的煤块。

[0008] 利用该实验装置测定煤岩各向渗透率的方法主要包括煤样处理、煤样夹持、面割理方向渗透率测试、端割理方向渗透率测试和垂直方向渗透率测试五大步骤，其特征在于：利用环氧树脂将取自煤层露头或煤矿巷道或全直径煤心的，并切成立方体后的大煤块进行密封；对于同一块煤，只需改变注采方向，即可测得面割理、端割理和垂直方向的渗透率。

[0009] 上述实验方法中的煤样处理步骤为：从煤层露头或煤矿巷道或全直径煤心中取一大块煤，将其锯成立方体状，煤块的边与割理方向平行或垂直；然后用砂纸将煤块六个面进行打磨，去掉毛刺；然后用环氧树脂在煤块每个面上粘结一个流体管线接头，为了使得注入流体能够流到大煤块的整个截面，接头的直径根据煤块的大小进行制作；然后将煤块放入立方体模具中，向煤块与模具的间隙中注入液态环氧树脂；然后将模具放入加热箱中，使温度升高至适于液态环氧树脂固化的温度，例如50℃左右，使液态环氧树脂固化，将煤块进行密封，并将流体管线接头进一步粘结牢固。

[0010] 上述实验方法中的煤样夹持步骤为：拆开模具，将密封后的煤块放入夹持器的钢质容器中，容器下部的煤块支架与煤块的一角对齐；然后调整钢质容器内的上部煤块支架的位置，并调整支架支杆的长度，使夹持器的上部支架与煤块的另一角对齐，即可将煤块固定。

[0011] 上述实验方法中的面割理方向渗透率测试步骤：向夹持器的钢质容器中注入硅油，用以提供实验方案所需要的围压；将沿着面割理方向的两个流体管线接头与注入、流出计量系统分别相连，并暂时封堵住其它四个流体管线接头；按照所需的注入、流出压力进行注采（当只注水时即测定绝对渗透率，当以不同的气水比混合注入时即测定气水相对渗透率，仅以注水为例介绍本发明）；根据注采压差和计量的流量数据等，结合达西定律解释面割理方向的渗透率。

[0012] 上述实验方法中的端割理方向渗透率测试步骤：释放围压和注采压力；将沿着端割理方向的两个流体管线接头与注入、流出计量系统分别相连，并暂时封堵住其它四个流体管线接头；按照所需的注入、流出压力进行注采；根据注采压差和计量的流量数据等，结合达西定律解释端割理方向的渗透率。

[0013] 上述实验方法中的垂直方向渗透率测试步骤：释放围压和注采压力，将垂直煤块方向的两个流体管线接头与注入、流出计量系统分别相连，并暂时封堵住其它四个流体管线接头；选择夹持器的钢质容器，使其中心线保持水平；按照所需的注入、流出压力进行注采；根据注采压差和计量的流量数据等，结合达西定律解释垂直方向的渗透率。

[0014] 与现有的实验装置及方法相比，本发明的特点在于：

[0015] (1)利用环氧树脂密封煤样，以及利用本发明的夹持器夹持煤样，使得煤样的尺寸和形状不受严格的限制，煤样可以是取至全直径煤心或煤矿巷道或煤层露头的大煤块，这不同于目前采用的从全直径煤心中进一步钻取的小柱状煤心，减轻了对煤样的破坏，且由于煤体积大而可降低煤非均质性的影响，提高了实验精度；

[0016] (2)该夹持器的钢质容器的柱面上钻有四个孔眼，首先任选相对的两个孔眼，穿过

流体管线进行注采,即可测得面割理(或端割理)方向的水平渗透率;然后选择另外两个孔眼,穿过流体管线进行注采,即可测得端割理(或面割理)方向的水平渗透率;然后旋转钢质容器,使其中心线保持水平,沿钢质容器顶、底面的孔眼注采,即可测得垂向渗透率。只需一块煤样,对其沿着三个不同方向进行注采,即可测得三个方向的渗透率,这比目前的沿着各方向取样测试的方法更为简便。

附图说明

- [0017] 图1是本发明实验装置的整体流程图;
- [0018] 图2是本发明实验装置中的夹持器示意图;
- [0019] 图3是本发明夹持器的钢质容器内部的煤块支架结构示意图;
- [0020] 图4是本发明中煤块密封及夹持方法示意图。
- [0021] 下面结合附图进一步说明本发明的实验装置和方法。图1为装置整体流程图,图中泵1可将增压容器3中的气体和增压容器4中水进行加压,形成一定的注入气水比和压力;泵6可将增压容器7中的水进行加压,形成一定的流出端压力;泵8可对增压容器9中的硅油加压,将硅油注入到夹持器5中,形成一定的围压。以实验方案要求的注入压力、流出压力和围压进行实验,流出物进入气液分离管10发生分离,用量筒12收集计量水,用气体质量流量计13收集计量气的流量,为了提高实验计量的精度,利用定时阀11控制液体收集管线的开关。当测定煤岩的绝对渗透率时,只需注入水;当测定煤岩的气水两相相对渗透率时,需按照多个气水比重复进行实验,最终绘制相对渗透率曲线。
- [0022] 图1中夹持器5的外观结构如图2所示,它由钢质容器14和用于支撑钢质容器14的旋转支架15两大部分组成。钢质容器14的顶面、底面和柱面上均钻有孔眼19,用于穿过流体管线17。将制备好的煤样16放入夹持器中,调节支架18的长度和高度,即可固定煤样。
- [0023] 图2中煤块支架18的结构示意图如图3所示,它由支撑角20和可伸缩支杆21构成,其中支杆的伸缩原理与电视机天线的类似;在夹持器的容器壁23上设有滑动槽22,这使得支架的位置可以向上或向下调整。实验时可根据煤块的大小调节支杆的长度和高度。夹持器的钢质容器内有两个这样的支架,二者的位置设计为一深一浅,处于沿着容器直径的相对位置。
- [0024] 图4为制备好的煤样放在夹持器中的截面示意图,其中24代表煤块(煤块中的白色线条代表煤中的割理等裂缝),在煤块六个面上分别粘接一个流体管线接头25,然后用环氧树脂27密封煤块(环氧树脂层应遮盖管线接头25),然后将管线26与接头相连,管线穿过夹持容器29壁面上的孔眼30,与外部的注入或计量系统相连。实验时,应向夹持容器内注入硅油28以提供围压。

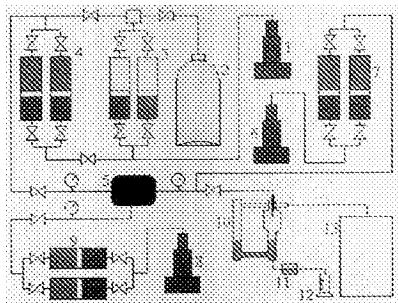


图1

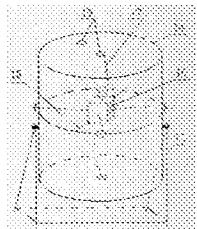


图2



图3

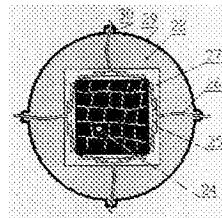


图4