



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107725006 A

(43)申请公布日 2018.02.23

(21)申请号 201711061065.7

(22)申请日 2017.11.02

(71)申请人 西安科技大学

地址 710054 陕西省西安市雁塔中路58号

(72)发明人 张天军 蒋兴科 包若羽 张磊

宋爽 羽玥 郭海龙 庞明坤

陈智云 彭文清 纪翔

(74)专利代理机构 西安创知专利事务所 61213

代理人 谭文琰

(51)Int.Cl.

E21B 43/00(2006.01)

E21B 33/13(2006.01)

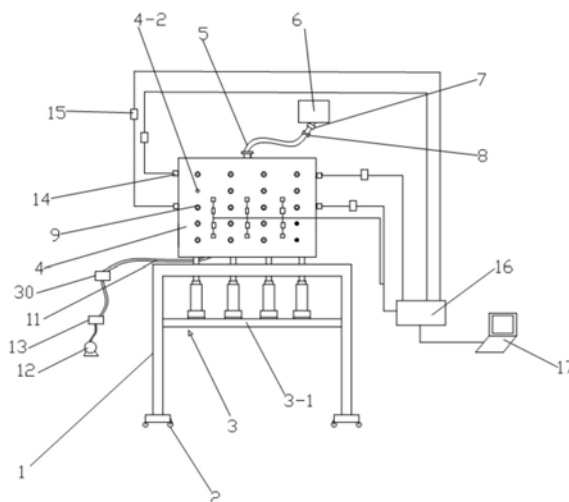
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置及方法,其模拟试验装置包括支座、位于支座上方的模拟箱、设置在支座和模拟箱之间用于调节模拟箱倾角的倾角调节机构,以及探测模拟箱内模拟样本裂缝情况的裂缝探测系统;其模拟试验方法包括步骤:一、模拟箱倾角的调节;二、钻孔瓦斯抽采中最优钻孔的获取;三、钻孔瓦斯抽采中最优封孔结构的获取。本发明模拟煤层处于不同倾角钻孔瓦斯抽采,还可模拟钻孔结构的性能以及封孔结构的性能,确定最优的钻孔结构和封孔结构,为实际煤层钻孔瓦斯抽采提供了有利的钻孔布置方案,也为煤层钻孔瓦斯抽采提供了保障,有助于提高瓦斯抽采效率及安全系数。



CN 107725006 A

1. 一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:包括支座(3)、位于支座(3)上方的模拟箱(4)和用于探测模拟箱(4)内煤层模拟样本(27-1)内裂缝位置的裂缝探测单元,支座(3)上设置有用以调节模拟箱(4)倾角的倾角调节机构;

所述模拟箱(4)通过进气管(5)与瓦斯气罐(6)连通,所述模拟箱(4)上开设有多个漏气测量孔(4-2),所述漏气测量孔(4-2)上安装有可拆卸的堵塞件(9),模拟箱(4)的底部钻设有多个延伸至煤层模拟样本(27-1)内部的钻孔(4-3)和用于抽采煤层模拟样本(27-1)内部瓦斯的抽采管(11),所述抽采管(11)延伸至钻孔(4-3)内,所述钻孔(4-3)与抽采管(11)之间设置有防止瓦斯气体溢出的封孔结构(10),所述抽采管(11)与抽采泵(12)连通,所述抽采管(11)上安装有抽气控制阀(13)和浓度传感器(30),所述模拟箱(4)内设置有加载件(26);

所述裂缝探测单元包括设置在模拟箱(4)上用于跟踪所述煤层模拟样本(27-1)内裂缝位置的声发射探头(14)、与声发射探头(14)连接的声发射采集盒(16)和与所述声发射采集盒(16)连接的计算机(17);

所述倾角调节机构包括第一组液压支架和朝所述第一组液压支架方向滑动的第二组液压支架,所述第一组液压支架的底端固定在支座(3)上,所述第一组液压支架的顶端铰接在模拟箱(4)上,所述第二组液压支架的底端滑动安装在支座(3)上,所述第二组液压支架的顶端铰接在模拟箱(4)上。

2. 根据权利要求1所述的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:所述第一组液压支架由第一液压支架(18)和第二液压支架(19)组成,所述第二组液压支架由第三液压支架(20)和第四液压支架(21)组成,第三液压支架(20)和第四液压支架(21)设置在第一液压支架(18)和第二液压支架(19)之间。

3. 根据权利要求2所述的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:所述支座(3)包括两根相互平行的第一横梁(3-1)和第二横梁(3-2),所述第一横梁(3-1)和第二横梁(3-2)之间连接有四根连接梁,所述四根连接梁分别为固定第一液压支架(18)的第一连接梁(3-3)、固定第二液压支架(19)的第二连接梁(3-4)、滑动安装第三液压支架(20)的第三连接梁(3-5)和滑动安装第四液压支架(21)的第四连接梁(3-6),所述第一液压支架(18)和第二液压支架(19)设置在靠近第二横梁(3-2)的位置处。

4. 根据权利要求3所述的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:所述第三液压支架(20)的底部和第四液压支架(21)的底部均设置有滑轨(22),第三连接梁(3-5)和第四连接梁(3-6)上均开设有供滑轨(22)滑动的滑槽(23)。

5. 根据权利要求3所述的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:所述第二横梁(3-2)上设置有防止模拟箱(4)翻倒的挡板(25)。

6. 根据权利要求1所述的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:所述进气管(5)与瓦斯气罐(6)连通的管道上设置有进气控制阀(8)和流量传感器(7),所述流量传感器(7)与计算机(17)的输入端连接,所述进气控制阀(8)与计算机(17)的输出端连接。

7. 根据权利要求1所述的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:所述加载件(26)为液压加载件,所述液压加载件上安装有压力传感器(28)和压力控制阀(29),所述压力传感器(28)与计算机(17)的输入端连接,所述压力控制阀(29)与计算机(17)的输出端连接。

8. 一种利用如权利要求1所述的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置进行煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验的方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

步骤一、模拟箱倾角的调节:滑动所述第二组液压支架,使所述模拟箱(4)的底面与水平面之间具有倾角 $\alpha$ ;

步骤二、钻孔瓦斯抽采中最优钻孔的获取:模拟在相同结构的封孔结构(10),不同结构的钻孔(4-3)的情况下进行瓦斯抽采,进而筛选最优钻孔,具体模拟过程如下:

步骤201、根据钻孔(4-3)的孔径 $d$ 、孔深 $H$ 和方位倾角 $\phi$ 数值的不同设置 $N$ 种结构不同的钻孔(4-3),其中, $N$ 为不小于2的正整数;

步骤202、在模拟箱(4)中铺装模拟样本,再采用加载件(26)向所述模拟样本施加加载力,最后密封模拟箱(4),其中,所述模拟样本由煤层模拟样本(27-1)和位于煤层模拟样本(27-1)两侧的裂隙煤岩层模拟样本(27-2)组成,所述煤层模拟样本(27-1)与实际煤层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等,所述裂隙煤岩层模拟样本(27-2)与实际裂隙煤岩层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量也均相等;

步骤203、通过进气管(5)向模拟箱(4)内充入瓦斯气体,直至模拟箱(4)内的瓦斯浓度达到实际煤层中的瓦斯浓度时,停止瓦斯气体的充入,充入到模拟箱(4)内的瓦斯气体扩散到煤层模拟样本(27-1)内;

步骤204、在模拟箱(4)底部钻设孔径为 $d_i$ 、孔深为 $H_i$ 和方位倾角为 $\phi_i$ 的第 $i$ 种钻孔,直至所述第 $i$ 种钻孔延伸至煤层模拟样本(27-1)内,将抽采管(11)安装在第 $i$ 种钻孔内,再在所述第 $i$ 种钻孔与抽采管(11)之间灌注封孔材料,待所述封孔材料凝固后形成封孔结构(10),其中 $1 \leq i \leq N$ ;

步骤205、打开抽气控制阀(13),通过抽采管(11)进行瓦斯抽采,并采用声发射探头(14)探测煤层模拟样本(27-1)内的裂缝,通过计算机(17)识别煤层模拟样本(27-1)的裂缝位置,再拆卸所述裂缝位置处的堵塞件(9),根据公式 $x_i = \frac{1}{T} \int_0^T x_{it} dt$ ,获取 $T$ 时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ ,其中, $x_{it}$ 为浓度传感器(30)测量的第 $i$ 种钻孔在 $t$ 时刻时抽采的瓦斯浓度实时值,计算机(17)记录并存储该抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ ,并将抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 作为瓦斯抽采第 $i$ 组模拟试验数据;

步骤206、移除模拟箱(4)内的煤层模拟样本(27-1)、裂隙煤岩层模拟样本(27-2)、所述封孔材料和抽采管(11);

步骤207、 $N$ 次重复步骤202~步骤206,得到 $N$ 组瓦斯抽采模拟试验数据;

步骤208、比较并筛选 $N$ 组瓦斯抽采模拟试验数据中抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 中的最大值 $x_{\max}$ ,则抽采的瓦斯浓度均值中的最大值 $x_{\max}$ 相对应的钻孔为 $N$ 种钻孔(4-3)中的最优钻孔;

步骤三、钻孔瓦斯抽采中最优封孔结构的获取:模拟在相同结构的钻孔(4-3),不同结构的封孔结构(10)的情况下进行瓦斯抽采,进而筛选最优封孔结构,具体模拟过程如下:

步骤301、根据封孔结构(10)的封孔深度 $h$ 和封孔材料强度 $\sigma$ 数值的不同设置 $M$ 种结构不同的封孔结构(10),其中, $M$ 为不小于2的正整数;

步骤302、在模拟箱(4)中铺装模拟样本,再采用加载件(26)向所述模拟样本施加加载力,最后密封模拟箱(4),其中,所述模拟样本由煤层模拟样本(27-1)和位于煤层模拟样本(27-1)两侧的裂隙煤岩层模拟样本(27-2)组成,所述煤层模拟样本(27-1)与实际煤层抗压

强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等,所述裂隙煤岩层模拟样本(27-2)与实际裂隙煤岩层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量也均相等;

步骤303、通过进气管(5)向模拟箱(4)内充入瓦斯气体,直至模拟箱(4)内的瓦斯浓度达到实际煤层中的瓦斯浓度时,停止瓦斯气体的充入,充入到模拟箱(4)内的瓦斯气体扩散到煤层模拟样本(27-1)内;

步骤304、在模拟箱(4)底部钻设步骤二筛选得到的最优钻孔,直至所述最优钻孔延伸至煤层模拟样本(27-1)内,将抽采管(11)安装在所述最优钻孔内,再在所述最优钻孔与抽采管(11)之间灌注封孔材料强度为 $\sigma_j$ 、封孔深度为 $h_j$ 的封孔材料,待所述封孔材料凝固后形成第j种封孔结构,其中 $1 \leq j \leq M$ ;

步骤305、打开抽气控制阀(13),通过抽采管(11)进行瓦斯抽采,并采用声发射探头(14)探测煤层模拟样本(27-1)内的裂缝,通过计算机(17)识别煤层模拟样本(27-1)的裂缝位置,再拆卸所述裂缝位置处的堵塞件(9),根据公式 $x'_j = \frac{1}{T'} \int_0^{T'} x'_{jt} dt$ ,获取T'时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ ,其中, $x'_{jt}$ 为浓度传感器(30)测量的第j种封孔结构在t时刻时抽采的瓦斯浓度实时值,计算机(17)记录并存储该抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ ,并将抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ 作为瓦斯抽采第j组模拟试验数据;

步骤306、移除模拟箱(4)内的煤层模拟样本(27-1)、裂隙煤岩层模拟样本(27-2)、所述第j种封孔结构和抽采管(11);

步骤307、M次重复步骤302~步骤306,得到M组瓦斯抽采模拟试验数据;

步骤308、比较并筛选M组瓦斯抽采模拟试验数据中抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ 中的最大值 $x'_{\max}$ ,则抽采的瓦斯浓度均值中的最大值 $x'_{\max}$ 相对应的封孔结构为M种封孔结构(10)中的最优封孔结构。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于:所述封孔材料为聚氨酯、膨胀水泥或PD材料。

10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于:所述步骤一中模拟箱(4)的底面与水平面之间的倾角 $\alpha$ 的取值范围为: $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ 。

## 一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于煤矿瓦斯抽采技术领域,具体涉及一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置及方法。

### 背景技术

[0002] 我国是以煤炭作为主要能源的国家,随着国民经济的发展,煤炭的需求量与日俱增,煤炭的开采力度也越来越大,矿井逐步向深部延伸,煤层出现高瓦斯、松软性、低透性、易突出等特点,尤其瓦斯问题日益突出,治理瓦斯问题的根本方法是瓦斯抽采,而决定瓦斯抽采效果的关键环节是封孔,钻孔密封的好坏决定着采掘接替周期和整个矿井是否能够安全生产。我国目前大多矿井瓦斯抽采量不达标,究其原因除了煤层瓦斯基础工作做得不够、抽放瓦斯方法选择不当外,瓦斯抽采钻孔封孔效果满足不了工程要求也是一个重要原因,因此封孔效果与质量检测是煤层瓦斯抽采的关键。但是,现有技术中还缺乏结构简单、设计新颖合理、使用操作方便、实用性强的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置。而为了研制出合适的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,首先就需要在实验室内进行研究,为抽采钻孔的轴向瓦斯运移规律研究、合理封孔深度、封孔方法和钻孔结构、提高抽采效率研究提供理论和现实依据,为瓦斯抽采提供保障;但是,现有技术中,还缺乏切实可行的在实验室内进行煤矿瓦斯抽采钻孔的模拟试验装置和模拟试验方法。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足,提供一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,该模拟试验装置通过向模拟箱中加注瓦斯、钻孔瓦斯抽采来模拟在钻孔瓦斯抽采时煤层模拟样本中出现的裂缝位置以及抽采的瓦斯浓度变化情况,还可根据实际煤层结构模拟顺层钻孔抽采、穿层钻孔抽采以及煤层处于不同倾角时的钻孔瓦斯抽采,同时还可模拟在钻孔瓦斯抽采过程中,所设计的钻孔结构的性能以及封孔结构的性能,从而确定结构合理的钻孔结构和封孔结构,这样为实际煤层钻孔瓦斯抽采提供了有利的钻孔封孔布置方案,也为煤层钻孔瓦斯抽采提供了保障,有助于提高瓦斯抽采效率及安全系数。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,其特征在于:包括支座、位于支座上方的模拟箱和用于探测模拟箱内煤层模拟样本内裂缝位置的裂缝探测单元,支座上设置有用于调节模拟箱倾角的倾角调节机构;

[0005] 所述模拟箱通过进气管与瓦斯气罐连通,所述模拟箱上开设有多个漏气测量孔,所述漏气测量孔上安装有可拆卸的堵塞件,模拟箱的底部钻设有多个延伸至煤层模拟样本内部的钻孔和用于抽采煤层模拟样本内部瓦斯的抽采管,所述抽采管延伸至钻孔内,所述钻孔与抽采管之间设置有防止瓦斯气体溢出的封孔结构,所述抽采管与抽采泵连通,所述抽采管上安装有抽气控制阀和浓度传感器,所述模拟箱内设置有加载件;

[0006] 所述裂缝探测单元包括设置在模拟箱上用于跟踪所述煤层模拟样本内裂缝位置

的声发射探头、与声发射探头连接的声发射采集盒和与所述声发射采集盒连接的计算机；

[0007] 所述倾角调节机构包括第一组液压支架和朝所述第一组液压支架方向滑动的第二组液压支架，所述第一组液压支架的底端固定在支座上，所述第一组液压支架的顶端铰接在模拟箱上，所述第二组液压支架的底端滑动安装在支座上，所述第二组液压支架的顶端铰接在模拟箱上。

[0008] 上述一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，其特征在于：所述第一组液压支架由第一液压支架和第二液压支架组成，所述第二组液压支架由第三液压支架和第四液压支架组成，第三液压支架和第四液压支架设置在第一液压支架和第二液压支架之间。

[0009] 上述一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，其特征在于：所述支座包括两根相互平行的第一横梁和第二横梁，所述第一横梁和第二横梁之间连接有四根连接梁，所述四根连接梁分别为固定第一液压支架的第一连接梁、固定第二液压支架的第二连接梁、滑动安装第三液压支架的第三连接梁和滑动安装第四液压支架的第四连接梁，所述第一液压支架和第二液压支架设置在靠近第二横梁的位置处。

[0010] 上述一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，其特征在于：所述第三液压支架的底部和第四液压支架的底部均设置有滑轨，第三连接梁和第四连接梁上均开设有供滑轨滑动的滑槽。

[0011] 上述一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，其特征在于：所述第二横梁上设置有防止倾斜至竖直状态的模拟箱翻倒的挡板。

[0012] 上述一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，其特征在于：所述进气管与瓦斯气罐连通的管道上设置有流量传感器和进气控制阀，所述流量传感器与计算机的输入端连接，所述进气控制阀与计算机的输出端连接。

[0013] 上述一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，其特征在于：所述加载件为液压加载件，所述液压加载件上安装有压力传感器和压力控制阀，所述压力传感器与计算机的输入端连接，所述压力控制阀与计算机的输出端连接。

[0014] 同时，本发明还公开了一种步骤简单、实施方便、能够准确模拟钻孔瓦斯抽采、煤层处于不同倾角钻孔瓦斯抽采、顺层钻孔瓦斯抽采、穿层钻孔瓦斯抽采、钻孔瓦斯抽采时结构不同的钻孔的合理性以及钻孔瓦斯抽采时结构不同的封孔结构的合理性的模拟试验方法，其特征在于：该方法包括以下步骤：

[0015] 步骤一、模拟箱倾角的调节：滑动所述第二组液压支架，使所述模拟箱的底面与水平面之间具有倾角 $\alpha$ ；

[0016] 步骤二、钻孔瓦斯抽采中最优钻孔的获取：模拟在相同结构的封孔结构，不同结构的钻孔的情况下进行瓦斯抽采，进而筛选最优钻孔，具体模拟过程如下：

[0017] 步骤201、根据钻孔的孔径 $d$ 、孔深 $H$ 和方位倾角 $\phi$ 数值的不同设置 $N$ 种结构不同的钻孔，其中， $N$ 为不小于2的正整数；

[0018] 步骤202、在模拟箱中铺装模拟样本，再采用加载件向所述模拟样本施加加载力，最后密封模拟箱，其中，所述模拟样本由煤层模拟样本和位于煤层模拟样本两侧的裂隙煤岩层模拟样本组成，所述煤层模拟样本与实际煤层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等，所述裂隙煤岩层模拟样本与实际裂隙煤岩层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量也均相等；

[0019] 步骤203、通过进气管向模拟箱内充入瓦斯气体,直至模拟箱内的瓦斯浓度达到实际煤层中的瓦斯浓度时,停止瓦斯气体的充入,充入到模拟箱内的瓦斯气体扩散到煤层模拟样本内;

[0020] 步骤204、在模拟箱底部钻设孔径为 $d_i$ 、孔深为 $H_i$ 和方位倾角为 $\phi_i$ 的第 $i$ 种钻孔,直至所述第 $i$ 种钻孔延伸至煤层模拟样本内,将抽采管安装在第 $i$ 种钻孔内,再在所述第 $i$ 种钻孔与抽采管之间灌注封孔材料,待所述封孔材料凝固后形成封孔结构,其中 $1 \leq i \leq N$ ;

[0021] 步骤205、打开抽气控制阀,通过抽采管进行瓦斯抽采,并采用声发射探头探测煤层模拟样本内的裂缝,通过计算机识别煤层模拟样本的裂缝位置,再拆卸所述裂缝位置处的堵塞件,根据公式 $x_i = \frac{1}{T} \int_0^T x_{it} dt$ ,获取 $T$ 时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ ,其中, $x_{it}$ 为浓度传感器测量的第 $i$ 种钻孔在 $t$ 时刻时抽采的瓦斯浓度实时值,计算机记录并存储该抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ ,并将抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 作为瓦斯抽采第 $i$ 组模拟试验数据;

[0022] 步骤206、移除模拟箱内的煤层模拟样本、裂隙煤岩层模拟样本、所述封孔材料和抽采管;

[0023] 步骤207、 $N$ 次重复步骤202~步骤206,得到 $N$ 组瓦斯抽采模拟试验数据;

[0024] 步骤208、比较并筛选 $N$ 组瓦斯抽采模拟试验数据中抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 中的最大值 $x_{max}$ ,则抽采的瓦斯浓度均值中的最大值 $x_{max}$ 相对应的钻孔为 $N$ 种钻孔中的最优钻孔;

[0025] 步骤三、钻孔瓦斯抽采中最优封孔结构的获取:模拟在相同结构的钻孔,不同结构的封孔结构的情况下进行瓦斯抽采,进而筛选最优封孔结构,具体模拟过程如下:

[0026] 步骤301、根据封孔结构的封孔深度 $h$ 和封孔材料强度 $\sigma$ 数值的不同设置 $M$ 种结构不同的封孔结构,其中, $M$ 为不小于2的正整数;

[0027] 步骤302、在模拟箱中铺装模拟样本,再采用加载件向所述模拟样本施加加载力,最后密封模拟箱,其中,所述模拟样本由煤层模拟样本和位于煤层模拟样本两侧的裂隙煤岩层模拟样本组成,所述煤层模拟样本与实际煤层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等,所述裂隙煤岩层模拟样本与实际裂隙煤岩层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量也均相等;

[0028] 步骤303、通过进气管向模拟箱内充入瓦斯气体,直至模拟箱内的瓦斯浓度达到实际煤层中的瓦斯浓度时,停止瓦斯气体的充入,充入到模拟箱内的瓦斯气体扩散到煤层模拟样本内;

[0029] 步骤304、在模拟箱底部钻设步骤二筛选得到的最优钻孔,直至所述最优钻孔延伸至煤层模拟样本内,将抽采管安装在所述最优钻孔内,再在所述最优钻孔与抽采管之间灌注封孔材料强度为 $\sigma_j$ 、封孔深度为 $h_j$ 的封孔材料,待所述封孔材料凝固后形成第 $j$ 种封孔结构,其中 $1 \leq j \leq M$ ;

[0030] 步骤305、打开抽气控制阀,通过抽采管进行瓦斯抽采,并采用声发射探头探测煤层模拟样本内的裂缝,通过计算机识别煤层模拟样本的裂缝位置,再拆卸所述裂缝位置处的堵塞件,根据公式 $x'_j = \frac{1}{T'} \int_0^{T'} x'_{jt} dt$ ,获取 $T'$ 时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ ,其中, $x'_{jt}$ 为浓度传感器测量的第 $j$ 种封孔结构在 $t$ 时刻时抽采的瓦斯浓度实时值,计算机记录并存储该抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ ,并将抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ 作为瓦斯抽采第 $j$ 组模拟试验数据;

[0031] 步骤306、移除模拟箱内的煤层模拟样本、裂隙煤岩层模拟样本、所述第j种封孔结构和抽采管；

[0032] 步骤307、M次重复步骤302~步骤306，得到M组瓦斯抽采模拟试验数据；

[0033] 步骤308、比较并筛选M组瓦斯抽采模拟试验数据中抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ 中的最大值 $x'_{\max}$ ，则抽采的瓦斯浓度均值中的最大值 $x'_{\max}$ 相对应的封孔结构为M种封孔结构中的最优封孔结构。

[0034] 上述的模拟试验方法，其特征在于：所述封孔材料为聚氨酯、膨胀水泥或PD材料。

[0035] 上述的模拟试验方法，其特征在于：所述步骤一中模拟箱的底面与水平面之间的倾角 $\alpha$ 的取值范围为： $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ 。

[0036] 本发明与现有技术相比具有以下优点：

[0037] 1. 本发明采用的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，通过在加注有瓦斯的模拟箱底部钻孔模拟煤层钻孔瓦斯抽采，且通过裂缝探测单元实时监测瓦斯抽采过程中煤层的裂缝位置，这样为后续实际煤层钻孔瓦斯抽采提供了有效的钻孔方案，能够为抽采钻孔的轴向瓦斯运移规律研究、合理封孔深度封孔方法和钻孔结构研究提供理论和现实依据。

[0038] 2. 本发明采用的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，通过倾角调节机构能够调节模拟箱的倾角，这样能够模拟实际中倾角不同的煤层钻孔瓦斯抽采，这样扩大了模拟试验装置的适用范围，提高了模拟试验装置的实用性，且能够全面、准确模拟实际中不同状况的煤层钻孔瓦斯抽采。

[0039] 3. 本发明采用的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，通过拆除堵塞件模拟煤层钻孔瓦斯抽采过程中煤层裂缝漏气时对瓦斯抽采的影响，能够有效针对井下钻孔封孔后的漏气情况进行检测，对封孔段、煤层裂隙等位置进行漏气检测，有效的裂缝漏气位置判定可以确定合理封孔深度，优化封孔工艺和钻孔结构，能够防止塌孔和废孔的出现，这样为后续瓦斯钻孔抽采提供了可靠的保障。

[0040] 4. 本发明采用的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置，通过加载件能够向模拟箱中的模拟样本加载载荷，且可真实反映实际中地表向煤层施加的载荷值，这样采用模拟试验装置真实模拟实际中煤层钻孔瓦斯抽采状况，准确得到有效的试验数据。

[0041] 5. 本发明采用的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置进行模拟试验的方法，操作步骤简单，且能够真实反映实际煤层钻孔瓦斯抽采时出现的各种不同情况，首先调节模拟箱的倾角，这样就可模拟处于倾角不同的煤层模拟样本的钻孔瓦斯抽采，且倾角调节方便，适用性强；然后进行钻孔瓦斯抽采中最优钻孔的获取，其中，先设置结构参数不同的N种钻孔，进而模拟并获取N种钻孔中的最优钻孔，再在模拟箱内铺装模拟样本，具体铺装时，模拟样本有两种结构，一种是顺层结构，另一种是穿层结构，这样能够模拟实际中的顺层钻孔瓦斯抽采和穿层瓦斯抽采，可全面模拟实际中煤层钻孔瓦斯抽采；铺装模拟样本后采用加载件向煤层施加载荷，最后密封模拟箱，使模拟样本处于完全封闭的空间内；然后充入瓦斯气体，使模拟箱内瓦斯气体浓度与模拟的实际煤层瓦斯浓度一致，由于瓦斯气体扩散至煤层模拟样本需要时间，所以待瓦斯气体扩散到煤层模拟样本内后进行后续试验，这样能够提高试验的准确性；再在模拟箱底部钻设结构不同的钻孔，在结构不同的钻孔上安装结构相同的封孔结构，通过钻孔瓦斯抽采过程中抽采的瓦斯浓度值筛选最优钻孔；最后在模拟箱底部钻设最优钻孔，在最优钻孔上安装结构不同的封孔结构，通过钻孔瓦斯抽采过程中抽



采的瓦斯浓度值筛选最优封孔结构,这样能到全面、准确模拟钻孔瓦斯抽采时的各种情况,且能够分析设计的钻孔结构和封孔结构的合理性,为后续实际煤层钻孔瓦斯抽采提供了有利的数据。

[0042] 综上所述,本发明设计的煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置模拟实际煤层结构模拟顺层钻孔抽采、穿层钻孔抽采以及煤层处于不同倾角钻孔瓦斯抽采,同时还可模拟在钻孔瓦斯抽采过程中所设计的钻孔结构的性能以及封孔结构的性能,从而确定最优的钻孔结构和封孔结构,这样为实际煤层钻孔瓦斯抽采提供了有利的钻孔布置方案,也为煤层钻孔瓦斯抽采提供了保障,有助于提高瓦斯抽采效率及安全系数,且模拟试验方法操作简单、设计合理,能够全面准确模拟现实中煤层钻孔瓦斯抽采出现的各种情况。

[0043] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

### 附图说明

[0044] 图1为本发明模拟试验装置的结构示意图。

[0045] 图2为本发明第一液压支架、第二液压支架、第三液压支架、第四液压支架与支座的安装关系示意图。

[0046] 图3为本发明模拟箱具体倾角 $\alpha$ 时的结构示意图。

[0047] 图4为图3的左视图。

[0048] 图5为本发明穿层钻孔的结构示意图。

[0049] 图6为本发明顺层钻孔的结构示意图。

[0050] 图7为本发明的电路原理框图。

[0051] 图8为本发明模拟试验方法的流程框图。

[0052] 附图标记说明:

[0053] 1—支撑架;2—滚轮;3—支座;

[0054] 3-1—第一横梁;3-2—第二横梁;3-3—第一连接梁;

[0055] 3-4—第二连接梁;3-5—第三连接梁;3-6—第四连接梁;

[0056] 4—模拟箱;4-1—进气孔;4-2—漏气测量孔;

[0057] 4-3—钻孔;5—进气管;6—瓦斯气罐;

[0058] 7—流量传感器;8—进气控制阀;9—堵塞件;

[0059] 10—封孔结构;11—抽采管;12—抽采泵;

[0060] 13—抽气控制阀;14—声发射探头;15—声发射前置放大器;

[0061] 16—声发射采集盒;17—计算机;18—第一液压支架;

[0062] 19—第二液压支架;20—第三液压支架;21—第四液压支架;

[0063] 22—滑轨;23—滑槽;24—铰接轴;

[0064] 25—挡板;26—加载件;27-1—煤层模拟样本;

[0065] 27-2—裂隙煤岩层模拟样本;28—压力传感器;

[0066] 29—压力控制阀;30—浓度传感器。

### 具体实施方式

[0067] 如图1所示的一种煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置,包括支座3、位于支座3上方的

模拟箱4和用于探测模拟箱4内煤层模拟样本27-1内裂缝位置的裂缝探测单元,支座3上设置有用于调节模拟箱4倾角的倾角调节机构。

[0068] 本实施例中,所述模拟箱4通过进气管5与瓦斯气罐6连通,所述模拟箱4上开设有多个漏气测量孔4-2,所述漏气测量孔4-2上安装有可拆卸的堵塞件9,模拟箱4的底部钻设有多个延伸至煤层模拟样本27-1内部的钻孔4-3和用于抽采煤层模拟样本27-1内部瓦斯的抽采管11,所述抽采管11延伸至钻孔4-3内,所述钻孔4-3与抽采管11之间设置有防止瓦斯气体溢出的封孔结构10,所述抽采管11与抽采泵12连通,所述抽采管11上安装有抽气控制阀13和浓度传感器30,所述模拟箱4内设置有加载件26。

[0069] 本实施例中,如图1所示,所述裂缝探测单元包括设置在模拟箱4上用于跟踪所述煤层模拟样本27-1内裂缝位置的声发射探头14、与声发射探头14连接的声发射采集盒16和与所述声发射采集盒16连接的计算机17,具体实施时,所述声发射探头14与所述声发射采集盒16之间安装有声发射前置放大器15,所述裂缝探测单元还包括示踪剂,示踪剂可沿着煤层模拟样本27-1内的裂缝进行扩散,这样方便声发射探头14的监测,同时便于试验工作人员清楚的看到裂缝的扩展位置。

[0070] 本实施例中,所述倾角调节机构包括第一组液压支架和朝所述第一组液压支架方向滑动的第二组液压支架,所述第一组液压支架的底端固定在支座3上,所述第一组液压支架的顶端铰接在模拟箱4上,所述第二组液压支架的底端滑动安装在支座3上,所述第二组液压支架的顶端铰接在模拟箱4上。

[0071] 如图2所示,所示支座3包括两根相互平行的第一横梁3-1和第二横梁3-2,所述第一横梁3-1和第二横梁3-2之间连接有四根连接梁,所述四根连接梁分别为第一连接梁3-3、第二连接梁3-4、第三连接梁3-5和第四连接梁3-6,所示第一组液压支架由第一液压支架18和第二液压支架19组成,所述第二组液压支架由第三液压支架20和第四液压支架21组成,具体实施时,所示第一液压支架18、第二液压支架19、第三液压支架20和第四液压支架21均为液压油缸,所述第一液压支架18的底端固定在第一连接梁3-3上,第一液压支架18的顶端通过铰接轴24铰接在模拟箱4上,所述第二液压支架19的底端固定在第二连接梁3-4,第二液压支架19的顶端通过铰接轴24铰接在模拟箱4上,所述第三液压支架20的底端安装有滑轨22,通过滑轨22滑动安转在第三连接梁3-5上,第三液压支架20的顶端通过铰接轴24铰接在模拟箱4上,第四液压支架21的底端安装有滑轨22,通过滑轨22滑动安转在第四连接梁3-6上,所述第三连接梁3-5和第四连接梁3-6上均开设有与滑轨22相配合的滑槽23,第一液压支架18和第二液压支架19设置在靠近第二横梁3-2的位置处。

[0072] 具体所述倾角调节机构的调节过程为:如图3和如图4所示,当需要调节模拟箱4的倾角为 $\alpha$ 时,沿第三连接梁3-5滑动第三液压支架20以及沿第四连接梁3-6第四液压支架21,在第三液压支架20和第四液压支架21滑动的同时,第三液压支架20和第四液压支架21均处于伸长状态将模拟箱4顶起,当模拟箱4与水平面之间的倾角为 $\alpha$ 时,停止第三液压支架20和第四液压支架21的滑动,最终实现倾角为 $\alpha$ 的模拟箱4。

[0073] 本实施例中,设置所述倾角调节机构的好处是:实际煤矿中,煤层与地底层具有不同的倾角,通过所述倾角调节机构调节模拟箱4的倾角,从而调节模拟箱4内的煤层模拟样本27-1的倾角,可准确模拟实际煤层钻孔瓦斯抽采情况,这样有效扩大了该模拟试验装置的实用性,为实际煤层钻孔瓦斯抽采提供可靠、有效的钻孔方案。

[0074] 具体实施时,通过进气管5向铺设有模拟样本的模拟箱4内充入瓦斯,当模拟箱4内的瓦斯与实际煤层中瓦斯浓度一致时,停止瓦斯的充入,所述模拟样本由煤层模拟样本27-1和位于煤层模拟样本27-1两侧的裂隙煤岩层模拟样本27-2组成,在具体铺设模拟样本时,模拟样本可铺设为两种结构,如图5所示模拟样本为穿层结构,如图6所示模拟样本是顺层结构,其中,顺层结构为煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2沿着模拟箱4的长度方向逐层铺设,这样沿着模拟箱4的底部钻孔时就能够实现顺层钻孔瓦斯抽采,穿层结构为煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2沿着模拟箱4的高度方向逐层铺设,沿着模拟箱4的底部钻孔时可实现穿层钻孔瓦斯抽采,这样亦可模拟实际煤层钻孔瓦斯抽采时的顺层钻孔瓦斯抽采和穿层钻孔瓦斯抽采,同时与所述倾角调节机构相配合最终实现倾角不同的顺层钻孔瓦斯抽采或者倾角不同的穿层钻孔瓦斯抽采。

[0075] 本实施例中,模拟箱4的底部钻设有多个延伸至煤层模拟样本27-1内部的钻孔4-3,钻孔4-3的数量为多个,所述钻孔4-3与抽采管11之间设置有封孔结构10,这样可模拟钻孔结构不同、封孔结构相同时的最优钻孔,钻孔结构相同、封孔结构不同时的最优封孔结构,这样设计的好处是:能够为抽采钻孔的轴向瓦斯运移规律研究、合理封孔深度和封孔方法研究、钻孔结构研究提供理论和现实依据。

[0076] 本实施例中,所述模拟箱4的侧面上开设有多组漏气测量孔4-2,所述漏气测量孔4-2上安装有可拆卸的堵塞件9,在具体煤层钻孔瓦斯抽采的过程中,将堵塞件9拔掉,通过漏气测量孔4-2模拟钻孔瓦斯抽采过程中裂缝漏气现象,从而模拟钻孔瓦斯抽采时裂缝漏气现象对煤层模拟样本27-1内瓦斯抽采的影响,这样能够有效确定实际煤矿瓦斯抽采时合适的封孔深度、封孔工艺,且有效防止塌孔或废孔现象,提高钻孔瓦斯抽采效率。

[0077] 本实施例中,所述模拟箱4内设置有加载件26,在实际煤层中,煤层需要承受地表对它的载荷,在具体试验时,将模拟样本铺装在模拟箱4内后,通过加载件26向模拟样本加载载荷,其中,所加载的载荷值与地表对煤层的载荷值相等,这样就能够形象准确模拟煤层钻孔瓦斯抽采试验。具体实施时,所述加载件26为液压加载件,所述液压加载件上安装有压力传感器28和压力控制阀29,所述压力传感器28与计算机17的输入端连接,所述压力控制阀29与计算机17的输出端连接,通过压力传感器28和压力控制阀29相配合控制液压加载件对模拟样本的加载力,且能够实时调节加载力的大小。

[0078] 本实施例中,所述裂缝探测单元能够实时监测煤层钻孔瓦斯抽采时煤层模拟样本27-1内发生的裂缝位置,能够监测的类别为:1.煤层模拟样本27-1处于不同倾角的顺层钻孔瓦斯抽采;2.煤层模拟样本27-1处于不同倾角的穿层钻孔瓦斯抽采。

[0079] 本实施例中,所述第二横梁3-2上设置有防止倾斜至竖直状态的模拟箱4翻倒的挡板25,这样设计的目的是,当模拟箱4在所述倾角调节机构调节下处于竖直状态时,第一液压支架18、第二液压支架19、第三液压支架20和第四液压支架21处于同一条直线上,且模拟箱4内铺装有重量较大的模拟样本,这样模拟箱4易产生晃动翻倒,通过挡板25能够防止模拟箱4翻倒,保证了整个模拟试验装置的稳定性。

[0080] 如图1和图7所示,本实施例中,所述进气管5与瓦斯气罐6连通的管道上设置有流量传感器7和进气控制阀8,所述流量传感器7与计算机17的输入端连接,所述进气控制阀8与计算机17的输出端连接,通过相配合的流量传感器7和进气控制阀8能够保证模拟箱4内加注的瓦斯浓度,从而使模拟箱4内的瓦斯浓度与实际煤层中的瓦斯浓度相等。

[0081] 本实施例中,所述支座3固定在支撑架1上,所述支撑架1的底部安装有滚轮2,这样方便在实验室移动整个模拟试验装置。

[0082] 如图8所示,本发明还提供了一种利用煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验装置进行煤层钻孔瓦斯抽采模拟试验的方法,该方法包括以下步骤:

[0083] 步骤一、模拟箱倾角的调节:滑动所述第二组液压支架,使所述模拟箱4的底面与水平面之间具有倾角 $\alpha$ 。

[0084] 具体试验时,所述模拟箱4的调节过程为:沿第三连接梁3-5滑动第三液压支架20以及沿第四连接梁3-6第四液压支架21,在第三液压支架20和第四液压支架21滑动的同时,第三液压支架20和第四液压支架21均处于伸长状态将模拟箱4顶起,当模拟箱4与水平面之间的倾角为 $\alpha$ 时,停止第三液压支架20和第四液压支架21的滑动,最终实现倾角为 $\alpha$ 的模拟箱4,这样能够全面模拟实际煤矿中倾角不同的煤层。

[0085] 步骤二、钻孔瓦斯抽采中最优钻孔的获取:模拟在相同结构的封孔结构10,不同结构的钻孔4-3的情况下进行瓦斯抽采,进而筛选最优钻孔,具体模拟过程如下:

[0086] 步骤201、根据钻孔4-3的孔径 $d$ 、孔深 $H$ 和方位倾角 $\phi$ 数值的不同设置 $N$ 种结构不同的钻孔4-3,其中, $N$ 为不小于2的正整数。

[0087] 实际煤层钻孔瓦斯抽采时,需要在煤层上钻设钻孔4-3,钻孔4-3的结构直接影响瓦斯抽采的浓度值和裂缝扩展,这样通过设置结构参数不同的钻孔4-3进而模拟这些钻孔4-3的实用性。

[0088] 步骤202、在模拟箱4中铺装模拟样本,再采用加载件26向所述模拟样本施加加载力,最后密封模拟箱4,其中,所述模拟样本由煤层模拟样本27-1和位于煤层模拟样本27-1两侧的裂隙煤岩层模拟样本27-2组成,所述煤层模拟样本27-1与实际煤层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等,所述裂隙煤岩层模拟样本27-2与实际裂隙煤岩层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量也均相等。

[0089] 具体试验时,首先制备两种不同的散装样本,其中两种不同的散装样本均由水、混凝土和粘胶剂以及微膨胀剂组成,且两种不同的散装样本需风干,保证第一种散装样本与实际煤层的水分含量相同,第二种散装样本与实际岩层的水分含量相同,首先铺装第二种散装样本,且铺装后的第二种散装样本成为裂隙煤岩层模拟样本27-2,所述裂隙煤岩层模拟样本27-2与实际岩层的抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等,再铺装第一种散装样本,且铺装后的第一种散装样本为煤层模拟样本27-1,所述煤层模拟样本27-1与实际煤层的抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等,这样能够准确进行模拟实验,然后再铺装第二种散装样本,这样就形成模拟样本,在煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2中均添加微膨胀剂,这样能够增大铺装的煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2与模拟箱4内壁之间的接触强度。当需要模拟顺层钻孔瓦斯抽采时,将煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2沿模拟箱4的长度方向逐层铺装在模拟箱4内,当需要模拟穿层钻孔瓦斯抽采时,将煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2沿着模拟箱4的高度方向逐层铺装在模拟箱4内。将煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2铺装完成后,采用加载件26向煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2加载载荷,最后密封模拟箱4,在具体模拟箱4时,采用密封胶将模拟箱4的缝隙处进行填塞,防止模拟箱4漏气对试验结果造成影响,这样就得到与实际煤矿结构相同,外界条件一致的模拟样本。

[0090] 步骤203、通过进气管5向模拟箱4内充入瓦斯气体,直至模拟箱4 内的瓦斯浓度达到实际煤层中的瓦斯浓度时,停止瓦斯气体的充入,充入到模拟箱4内的瓦斯气体扩散到煤层模拟样本27-1内。

[0091] 瓦斯气体充入到模拟箱4内部后,瓦斯气体扩散至煤层模拟样本27-1 内需要一定的时间,所以待瓦斯气体扩散到煤层模拟样本27-1内后在进行瓦斯的抽采,通常情况下,瓦斯气体扩散到煤层模拟样本27-1内所需用的时间为10min~20min。

[0092] 步骤204、在模拟箱4底部钻设孔径为 $d_i$ 、孔深为 $H_i$ 和方位倾角为 $\phi_i$ 的第  $i$ 种钻孔,直至所述第 $i$ 种钻孔延伸至煤层模拟样本27-1内,将抽采管11 安装在第 $i$ 种钻孔内,再在所述第 $i$ 种钻孔与抽采管11之间灌注封孔材料,待所述封孔材料凝固后形成封孔结构10,其中 $1 \leq i \leq N$ 。

[0093] 具体实施时,所述封孔材料为聚氨酯、膨胀水泥或PD材料。

[0094] 步骤205、打开抽气控制阀13,通过抽采管11进行瓦斯抽采,并采用声发射探头14探测煤层模拟样本27-1内的裂缝,通过计算机17识别煤层模拟样本27-1的裂缝位置,再拆卸所述裂缝位置处的堵塞件9,根据公式 $x_i = \frac{1}{T} \int_0^T x_{it} dt$ ,获取T时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ ,

其中, $x_{it}$ 为浓度传感器30测量的第 $i$ 种钻孔在 $t$ 时刻时抽采的瓦斯浓度实时值,计算机17记录并存储该抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ ,并将抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 作为瓦斯抽采第 $i$ 组模拟试验数据。

[0095] 在具体试验时,打开抽气控制阀13,通过抽采管11抽采模拟箱4内的瓦斯,随着瓦斯的抽采,模拟箱4内的压强会逐渐减小,钻孔4-3处甚至钻孔4-3周围会出现裂缝,所述声发射探头14探测信号,并通过声发射采集盒16将信号传输至计算机17,通过计算机17识别煤层模拟样本 27-1内产生的裂缝位置,拆卸裂缝位置相对应位置处的堵塞件9,使产生的裂缝处漏气,从而模拟实际中裂缝漏气现象,且在瓦斯气体不断的抽采过程中,煤层模拟样本27-1内的裂缝位置在一定时间段内会不断的扩展,这样煤层模拟样本27-1内的瓦斯气体浓度也会趋于下降的趋势,但是随着瓦斯气体的抽采,抽采的瓦斯浓度值会处于近似平稳,这样通过计算在 T时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 来判断所述第 $i$ 种钻孔的合理性,若抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 较大,则说明瓦斯抽采过程中,产生的裂缝越少,所漏的瓦斯气体越少,即可证明所设计的钻孔越合理。

[0096] 步骤206、移除模拟箱4内的煤层模拟样本27-1、裂隙煤岩层模拟样本27-2、所述封孔材料和抽采管11;

[0097] 步骤207、N次重复步骤202~步骤206,得到N组瓦斯抽采模拟试验数据;

[0098] 步骤208、比较并筛选N组瓦斯抽采模拟试验数据中抽采的瓦斯浓度均值 $x_i$ 中的最大值 $x_{max}$ ,则抽采的瓦斯浓度均值中的最大值 $x_{max}$ 相对应的钻孔为N种钻孔4-3中的最优钻孔。

[0099] 若钻孔4-3结构设计合理,不仅有助于瓦斯的抽采,还能提高抽采的效率,这样通过步骤二的模拟能够确定结构参数合适的钻孔4-3,为后续实际钻孔瓦斯抽采提供了方案,避免在实际煤层中试验而造成施工成本大、安全系数低、甚至造成危险事故发生的现象。

[0100] 步骤三、钻孔瓦斯抽采中最优封孔结构的获取:模拟在相同结构的钻孔4-3,不同结构的封孔结构10的情况下进行瓦斯抽采,进而筛选最优封孔结构,具体模拟过程如下:

[0101] 步骤301、根据封孔结构10的封孔深度 $h$ 和封孔材料强度 $\sigma$ 数值的不同设置 $M$ 种结构不同的封孔结构10,其中, $M$ 为不小于2的正整数。

[0102] 具体钻孔瓦斯抽采时,不仅钻孔4-3的结构决定了瓦斯抽采的效率,封孔结构10也同样影响瓦斯抽采的效率和系数,这样通过模拟不同结构的封孔结构10为后续实际钻孔瓦斯抽采提供保障。

[0103] 步骤302、在模拟箱4中铺装模拟样本,再采用加载件26向所述模拟样本施加加载力,最后密封模拟箱4,其中,所述模拟样本由煤层模拟样本 27-1和位于煤层模拟样本27-1两侧的裂隙煤岩层模拟样本27-2组成,所述煤层模拟样本27-1与实际煤层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量均相等,所述裂隙煤岩层模拟样本27-2与实际裂隙煤岩层抗压强度、硬度、弹性模量和剪切模量也均相等。

[0104] 具体试验时,所述煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2与上述步骤二中煤层模拟样本27-1和裂隙煤岩层模拟样本27-2的制备和铺装过程相同,若步骤二为顺层钻孔瓦斯抽采,则步骤三也为顺层钻孔瓦斯抽采,若步骤二为穿层钻孔瓦斯抽采,则步骤三也为穿层钻孔瓦斯抽采,这样能够准确模拟顺层钻孔或者穿层钻孔时适用性强的最优钻孔和最优封孔结构。

[0105] 步骤303、通过进气管5向模拟箱4内充入瓦斯气体,直至模拟箱4内的瓦斯浓度达到实际煤层中的瓦斯浓度时,停止瓦斯气体的充入,充入到模拟箱4内的瓦斯气体扩散到煤层模拟样本27-1内。

[0106] 步骤304、在模拟箱4底部钻设步骤二筛选得到的最优钻孔,直至所述最优钻孔延伸至煤层模拟样本27-1内,将抽采管11安装在所述最优钻孔内,再在所述最优钻孔与抽采管11之间灌注封孔材料强度为 $\sigma_j$ 、封孔深度为 $h_j$ 的封孔材料,待所述封孔材料凝固后形成第 $j$ 种封孔结构,其中  $1 \leq j \leq M$ 。

[0107] 步骤305、打开抽气控制阀13,通过抽采管11进行瓦斯抽采,并采用声发射探头14探测煤层模拟样本27-1内的裂缝,通过计算机17识别煤层模拟样本27-1的裂缝位置,再拆卸所述裂缝位置处的堵塞件9,根据公式 $x'_j = \frac{1}{T'} \int_0^{T'} x'_{jt} dt$ ,获取 $T'$ 时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ ,其中, $x'_{jt}$ 为浓度传感器30测量的第 $j$ 种封孔结构在 $t$ 时刻时抽采的瓦斯浓度实时值,计算机17记录并存储该抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ ,并将抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ 作为瓦斯抽采第 $j$ 组模拟试验数据。

[0108] 在具体实施时,封孔结构10是否合理直接影响抽采的瓦斯浓度值,同样通过计算在 $T'$ 时段内抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ 来判断所述第 $j$ 种封孔结构的合理性。

[0109] 步骤306、移除模拟箱4内的煤层模拟样本27-1、裂隙煤岩层模拟样本27-2、所述第 $j$ 种封孔结构和抽采管11;

[0110] 步骤307、 $M$ 次重复步骤302~步骤306,得到 $M$ 组瓦斯抽采模拟试验数据;

[0111] 步骤308、比较并筛选 $M$ 组瓦斯抽采模拟试验数据中抽采的瓦斯浓度均值 $x'_j$ 中的最大值 $x'_{\max}$ ,则抽采的瓦斯浓度均值中的最大值 $x'_{\max}$ 相对应的封孔结构为 $M$ 种封孔结构10中的最优封孔结构。

[0112] 设计步骤三的好处是:在具体煤层钻孔瓦斯抽采时,需要在钻孔内安装封孔结构10,若封孔结构10设计合理,不仅有助于瓦斯的抽采、提高抽采的效率,还能够防止塌孔、废

孔的现象,这样通过步骤五的模拟能够确定结构参数合适的封孔结构10,为后续实际钻孔瓦斯抽采提供合理的封孔密封深度值、封孔材料参数,避免在实际煤层中试验而造成施工成本大、安全系数低、甚至造成危险事故发生的现象。

[0113] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

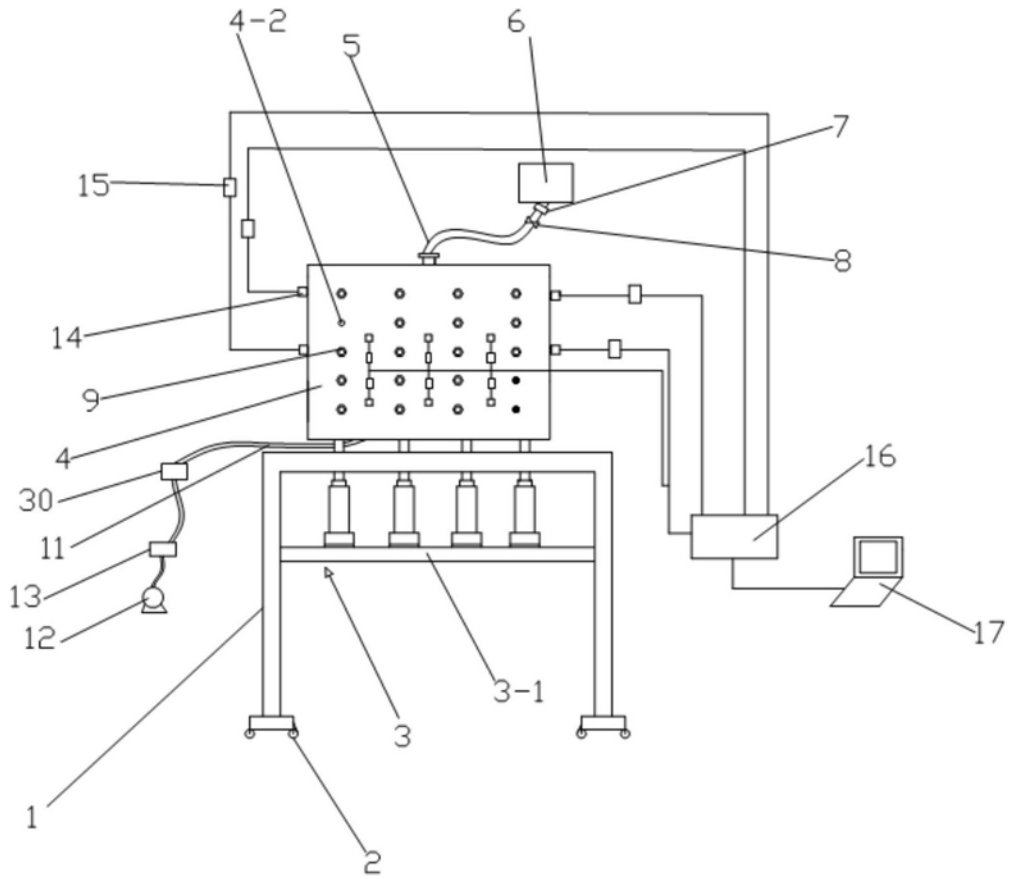


图1



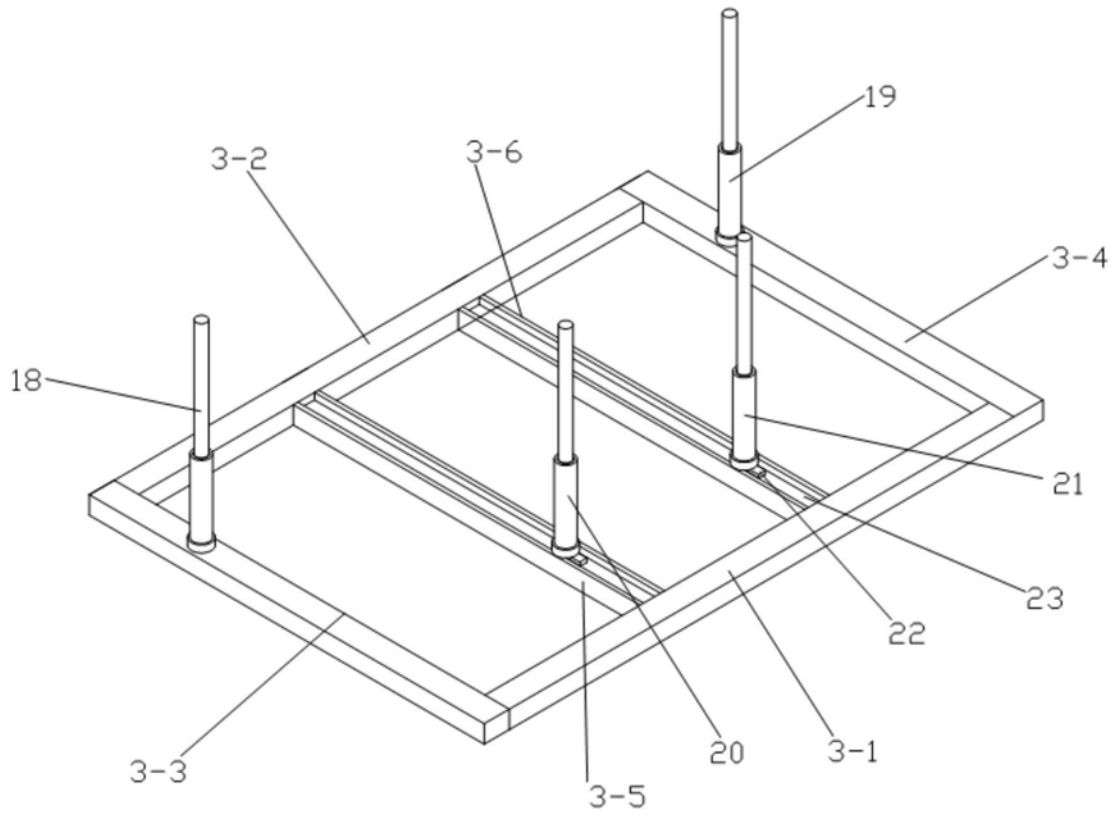


图2

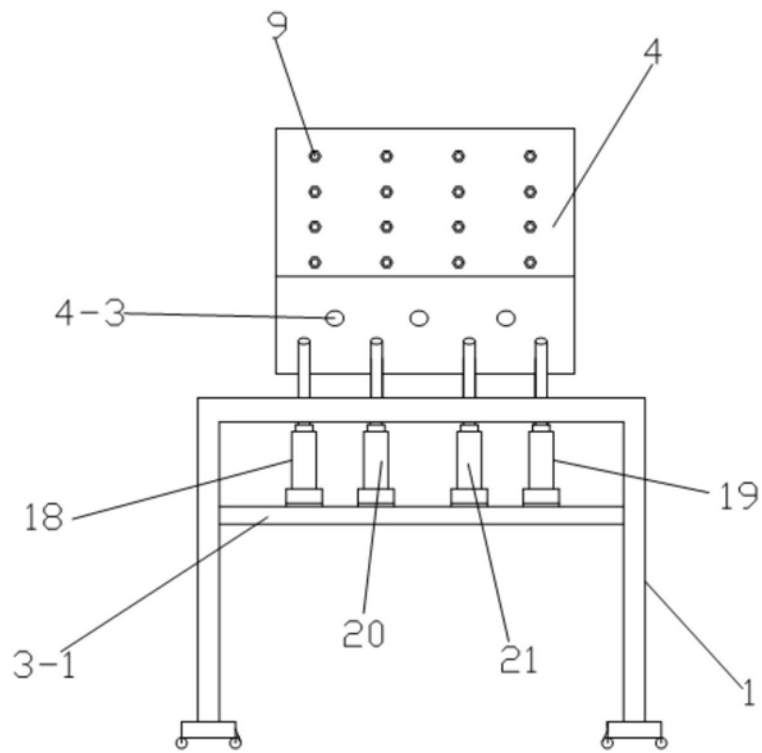


图3

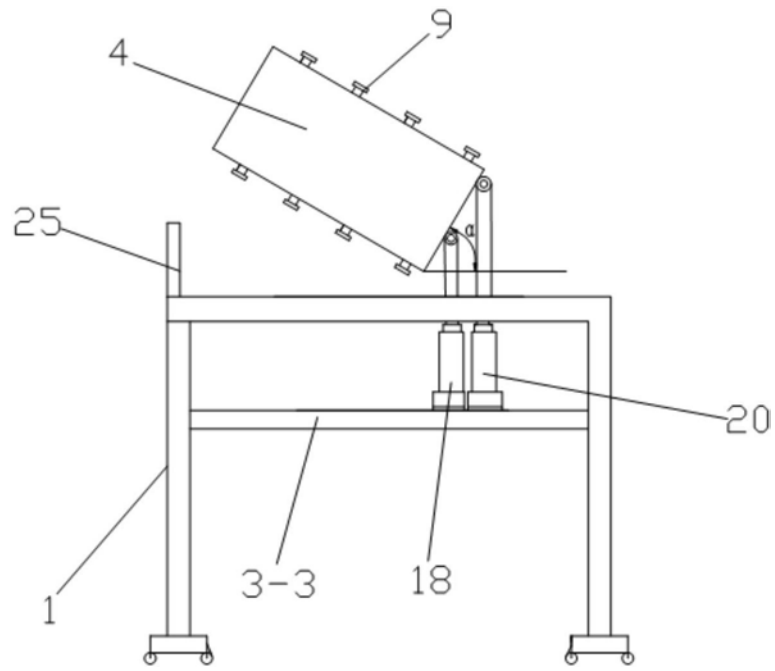


图4

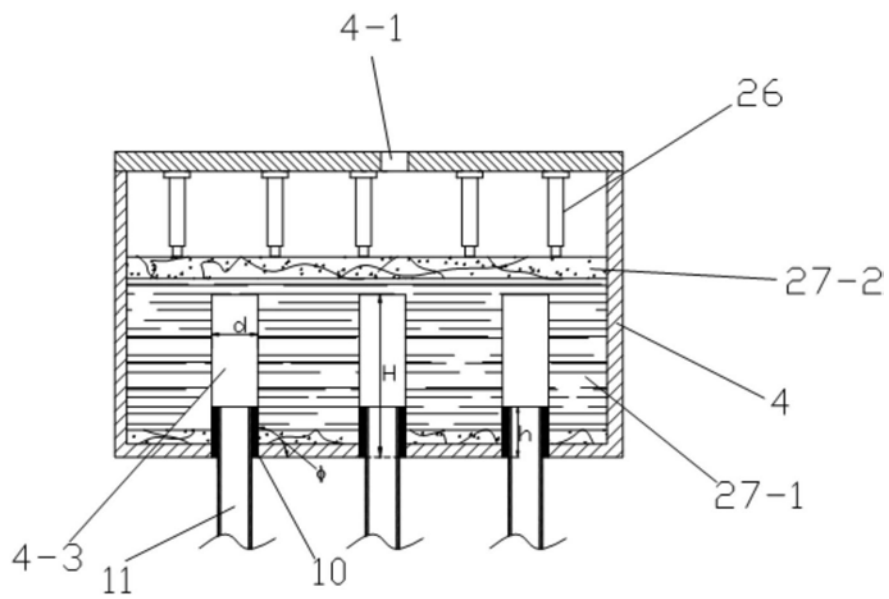


图5

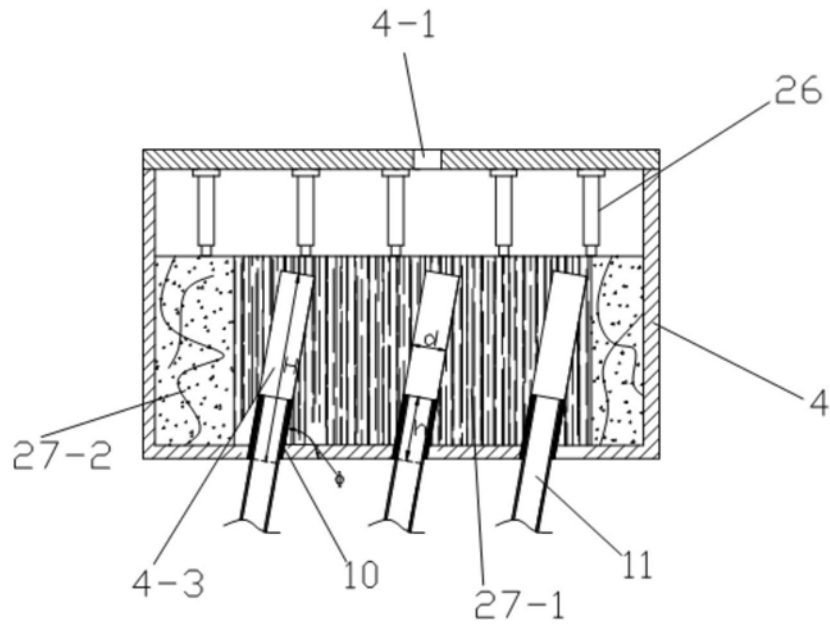


图6

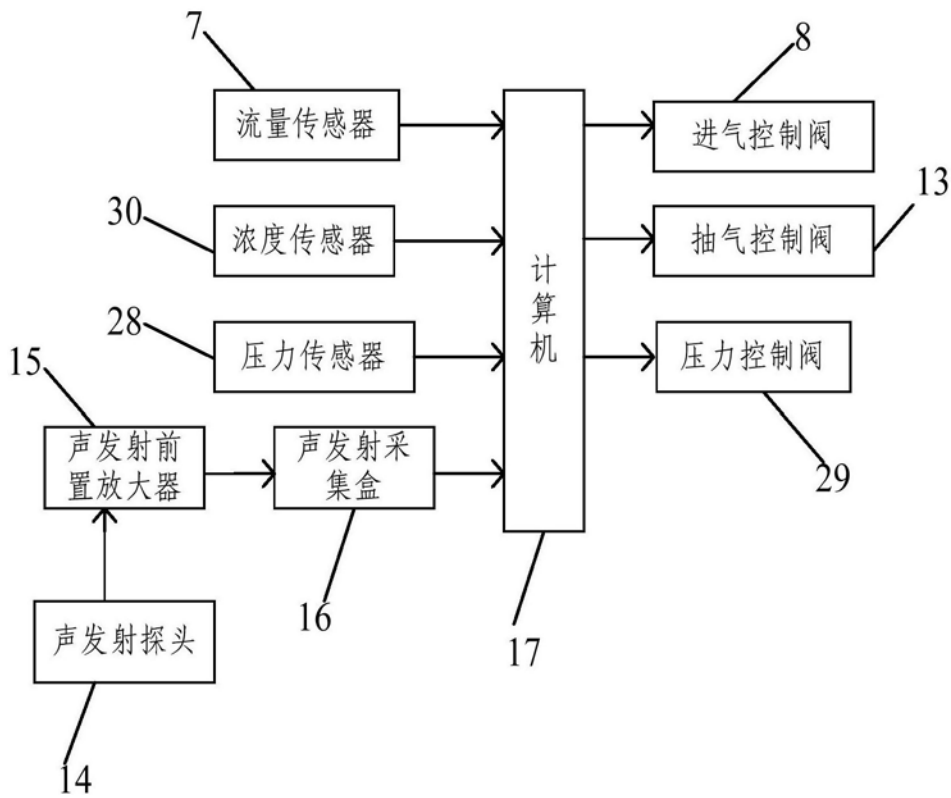


图7

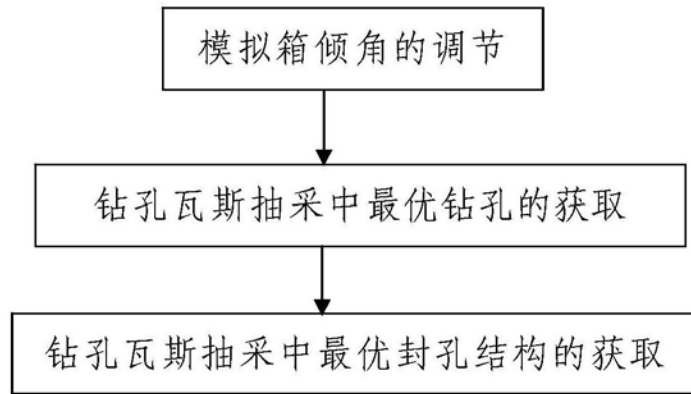


图8