



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116752968 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 15

(21) 申请号 202310666695.6

G01N 3/24 (2006.01)

(22) 申请日 2023.06.07

G01N 3/02 (2006.01)

(71) 申请人 陕煤集团神木红柳林矿业有限公司

地址 719300 陕西省榆林市神木市滨河新区街道办事处红柳林村

申请人 西安科技大学

陕西陕煤铜川矿业有限公司

(72) 发明人 苗彦平 冯上鑫 祝榆峰 岳东

任建喜 霍小泉

(74) 专利代理机构 西安创知专利事务所 61213

专利代理师 卫苏晶

(51) Int. Cl.

E21C 39/00 (2006.01)

E21B 49/00 (2006.01)

G01N 3/12 (2006.01)

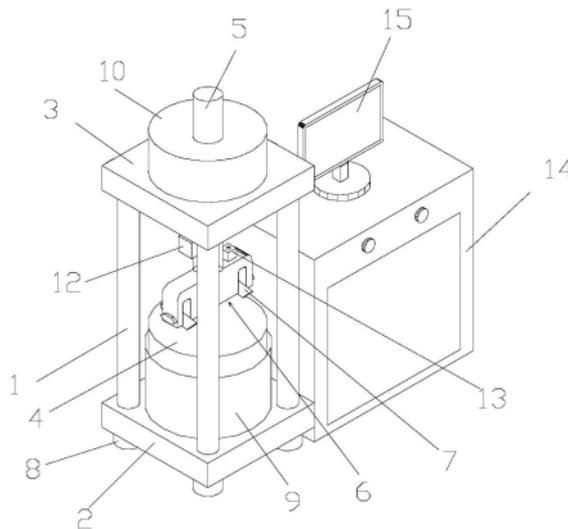
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

## (54) 发明名称

一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置及其使用方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置及其使用方法,该装置包括底座、轴向动力部件、压旋机构、传感器组件和计算机,轴向动力部件包括顶板和四个液压缸,底座的顶面设置有圆柱台座,圆柱台座上设置有供煤岩试样安装的夹具座,压旋机构包括旋转动力部件和压旋部件,轴向动力部件对压旋部件施加向下的压力,旋转动力部件带动压旋部件旋转;该方法包括以下步骤:一、煤岩试样的安装及PDC刀头初调节;二、根据轴向压力与抗压强度间理论关系获取单轴抗压强度;三、根据扭矩与抗剪强度间理论关系获取煤岩的抗剪强度。本发明可以快速测定煤岩抗压、抗剪强度,极大地提高了试验效率。



1. 一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:包括底座(2)、轴向动力部件、压旋机构、传感器组件和计算机;

所述轴向动力部件包括与底座(2)上下平行布设的顶板(3)和四个连接底座(2)与顶板(3)之间的液压缸(1),所述底座(2)的顶面设置有圆柱台座(9),所述圆柱台座(9)上设置有供煤岩试样(16)安装的夹具座(4);

所述压旋机构包括安装在所述顶板(3)上的旋转动力部件和与所述旋转动力部件传动连接的压旋部件(6),所述旋转动力部件和压旋部件(6)同轴布设;所述轴向动力部件对所述压旋部件(6)施加向下的压力,所述旋转动力部件带动所述压旋部件(6)旋转,所述压旋部件(6)在所述轴向动力部件和旋转动力部件共同作用下向下旋进煤岩试样。

2. 按照权利要求1所述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述传感器组件包括用于测量所述压旋部件(6)向下旋进煤岩试样内所受到的轴向压力的压力传感器(11)、用于测量所述压旋部件(6)向下旋进煤岩试样内所受到的扭矩的扭矩传感器(12)和用于测量所述压旋部件(6)向下旋进煤岩试样的深度的钻进位移传感器(13),所述压力传感器(11)、扭矩传感器(12)和钻进位移传感器(13)均与所述计算机(15)连接。

3. 按照权利要求1所述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述底座(2)底面设置有四个支腿(8),四个支腿(8)位于所述底座(2)底面四角,四个所述液压缸(1)位于底座(2)与顶板(3)的四角布设;所述底座(2)顶面、顶板(3)底面和四个所述液压缸(1)之间围成安装空腔。

4. 按照权利要求1所述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述旋转动力部件包括设置在所述顶板(3)上的中空电机(10)和穿设在所述中空电机(10)中的旋转压杆(5),所述旋转压杆(5)的底端穿过顶板(3)的底端。

5. 按照权利要求1所述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述压旋部件(6)包括与所述旋转动力部件传动连接的竖向杆(6-1)、设置在所述竖向杆(6-1)底端的压旋刀架(6-2)和两个对称设置在所述压旋刀架(6-2)底部的PDC刀头(7),所述压旋刀架(6-2)为U形板,所述压旋刀架(6-2)中设置有两个供安装PDC刀头(7)的安装槽,所述PDC刀头(7)的杆部伸入所述安装槽中且通过螺栓连接,所述PDC刀头(7)的底面伸出压旋刀架(6-2)的底面。

6. 按照权利要求5所述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述扭矩传感器(12)传动安装在所述旋转动力部件与所述竖向杆(6-1)之间,所述钻进位移传感器(13)安装在所述压旋刀架(6-2)顶面,所述压力传感器(11)安装在圆柱台座(9)中。

7. 一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置的使用方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一、煤岩试样的安装及PDC刀头初调节:

步骤101、将煤岩试样(16)安装在夹具座(4)上;

步骤102、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件(6)向下移动,直至压旋部件(6)中PDC刀头(7)的底面距离煤岩试样的顶面的间距为0.1mm~0.5mm;

步骤103、压力传感器(11)测量获取初始压力 $P_0$ 发送至计算机(15),钻进位移传感器(13)测量获取初始位移 $S_0$ 发送至计算机(15);

步骤二、根据轴向压力与抗压强度间理论关系获取单轴抗压强度:

步骤201、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件(6)继续向下移动,压旋部件(6)中PDC刀头(7)对煤岩试样进行不同轴向压力模拟加载直至煤岩试样破坏;

步骤202、在压旋部件(6)中PDC刀头(7)对煤岩试样进行轴向压力加载直至煤岩试样破坏的过程中,压力传感器(11)实时检测并将测量到的N个压力发送至计算机(15),钻进位移传感器(13)实时检测并将测量到的N个位移发送至计算机(15);其中,第i个压力记作 $P_i$ ,第i个位移记作 $S_i$ ,i和N均为正整数,且 $1 \leq i \leq N$ ;

步骤203、计算机(15)根据 $p_i = P_i - P_0$ ,得到第i个轴向压力 $p_i$ ;根据 $d_i = S_i - S_0$ ,得到第i个旋进深度 $d_i$ ;

步骤204、多次重复步骤203,得到N个轴向压力和N个旋进深度;

步骤205、采用所述计算机(15)调用曲线绘制模块,以旋进深度 $d_i$ 为横坐标,以轴向压力 $p_i$ 为纵坐标,绘制出步骤204中N个轴向压力和N个旋进深度的各个点,并采用一次函数拟合得到旋进深度和轴向压力直线上的斜率记作比例系数K;

步骤206、采用计算机(15)根据 $q = \frac{K-b}{a}$ ,得到煤岩的单轴抗压强度q;其中,a为第一拟合系数,b为第二拟合系数;

步骤三、根据扭矩与抗剪强度间理论关系获取煤岩的抗剪强度:

步骤301、按照步骤101至步骤103所述的方法,扭矩传感器(12)测量获取初始扭矩 $F_0$ 发送至计算机(15);

步骤302、采用所述计算机(15)建立旋进扭矩和抗剪强度的关系式如下: $f = 2 \int_{R-\omega}^R \sigma_s \frac{d' \times r}{\sin \theta} dr$ ;

其中,R为PDC刀头(7)最外侧到两个PDC刀头(7)连线中心的距离, $\omega$ 表示一个PDC刀头(7)的直径, $d'$ 为PDC刀头(7)的旋进深度, $\theta$ 为PDC刀头(7)中心线与煤岩试样顶水平面之间的倾斜夹角, $\int \cdot dr$ 表示积分符号,r表示积分自变量; $\sigma_s$ 为抗剪强度,f表示旋进扭矩;

步骤303、在 $d'$ 取值为0.5mm、0.6mm、0.7mm和0.8mm时,根据旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到煤岩的抗剪强度 $\bar{\sigma}_s$ 。

8.按照权利要求7所述的使用方法,其特征在于:在进行步骤一之前,先获取步骤206中第一拟合系数a和第二拟合系数b,具体获取过程如下:

步骤A、采用单轴抗压强度试验仪测得不同类型的煤岩的单轴抗压强度,获取M个煤岩的单轴抗压强度;

步骤B、按照步骤201至步骤205所述的方法,获取M个煤岩的比例系数;

步骤C、采用所述计算机(15)调用曲线绘制模块,以单轴抗压强度为横坐标,以比例系数为纵坐标,绘制出步骤A中M个单轴抗压强度和M个比例系数的各个点,并采用一次函数拟合得到单轴抗压强度和比例系数的表达式 $K = a \times q + b$ ;其中,a为第一拟合系数,b为第二拟合系数,q为单轴抗压强度自变量,K为比例系数。

9.按照权利要求7所述的使用方法,其特征在于:步骤302中在 $d'$ 取值为0.5mm、0.6mm、0.7mm和0.8mm时,根据旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到煤岩的抗剪强度 $\bar{\sigma}_s$ ,具体过程如下:

步骤3021、在压旋部件(6)中PDC刀头(7)对煤岩试样进行旋切模拟加载的过程中,当旋进深度 $d'$ 为0.5mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.5}$ ;当旋进深度 $d'$ 为0.6mm时获取的旋进扭矩记

作 $f_{0.6}$ ；当旋进深度 $d'$ 为0.7mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.7}$ ；当旋进深度 $d'$ 为0.8mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.8}$ ；

步骤3022、将 $d'=0.5$ 和 $f_{0.5}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式，得到第一抗剪强度 $\sigma_{s,1}$ ；

将 $d'=0.6$ 和 $f_{0.6}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式，得到第二抗剪强度 $\sigma_{s,2}$ ；

将 $d'=0.7$ 和 $f_{0.7}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式，得到第三抗剪强度 $\sigma_{s,3}$ ；

将 $d'=0.8$ 和 $f_{0.8}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式，得到第四抗剪强度 $\sigma_{s,4}$ ；

步骤3023、采用所述计算机(15)根据 $\bar{\sigma}_s = \frac{\sigma_{s,1} + \sigma_{s,2} + \sigma_{s,3} + \sigma_{s,4}}{4}$ ，得到煤岩的抗剪强度 $\bar{\sigma}_s$ 。

10. 按照权利要求9所述的使用方法，其特征在于：步骤3021中当旋进深度 $d'$ 为0.5mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.5}$ ，具体过程如下：

步骤3021、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件(6)继续向下移动，压旋部件(6)中PDC刀头(7)对煤岩试样进行不同轴向压力加载，直至按照步骤202和步骤203所述的方法，得到旋进深度为0.5mm时，则操作中空电机(10)转动，中空电机(10)转动通过旋转压杆(5)带动压旋部件(6)中PDC刀头(7)对煤岩试样进行旋切；

步骤3022、在压旋部件(6)中PDC刀头(7)对煤岩试样进行旋切的过程中，扭矩传感器(12)实时检测并将测量到的扭矩发送至计算机(15)，

步骤3023、直至中空电机(10)转动一圈，PDC刀头(7)对煤岩试样旋切一周，则计算机(15)获取扭矩传感器(12)测量到的 $N'$ 个扭矩；其中，计算机(15)根据 $f_{i'} = F_{i'} - F_0$ ，得到第 $i'$ 个旋进扭矩 $f_{i'}$ ； $i'$ 和 $N'$ 均为正整数，且 $1 \leq i' \leq N'$ ；

步骤3024、计算机(15)对 $N'$ 个旋进扭矩进行平均处理，得到旋进深度 $d'$ 为0.5mm时的旋进扭矩 $f_{0.5}$ ；

按照步骤3021和步骤3024所述的方法，依次得到旋进深度 $d'$ 为0.6mm时的旋进扭矩 $f_{0.6}$ ，旋进深度 $d'$ 为0.7mm时的旋进扭矩 $f_{0.7}$ ，旋进深度 $d'$ 为0.8mm时的旋进扭矩 $f_{0.8}$ 。

## 一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置及其使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程钻探技术领域,尤其是涉及一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置。

### 背景技术

[0002] 煤岩基本弹性力学参数是影响工程稳定性的重要因素,其包括单轴抗压强度、粘聚力、内摩擦角、抗剪强度。随着获取煤岩基本弹性力学参数的试验仪器不断改进、精度不断提高,在很大程度上保证了工程的安全性和合理性。因此获取煤岩的基本弹性力学参数是一项非常有意义的工作。目前,对于煤岩基本弹性力学参数的测定方法主要是进行室内试验,即从施工现场采集煤岩并加工成试件,通过岩石单轴抗压强度试验机测定其单轴抗压强度;通过三轴试验机测定其抗剪强度。

[0003] 但是目前这种测定煤岩基本弹性力学参数还存在以下弊端如下:

[0004] 第一,试验次数多,试验过程繁琐复杂,费时费力;

[0005] 第二,测定不同的参数需要特定的仪器,如岩石单轴抗压强度试验机、三轴试验机等。

### 发明内容

[0006] 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,提供一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其结构简单,设计合理,可以快速测定煤岩抗压、抗剪强度,操作简单,无需使用其他特定仪器,极大地提高了试验效率。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:包括底座、轴向动力部件、压旋机构、传感器组件和计算机;

[0008] 所述轴向动力部件包括与底座上下平行布设的顶板和四个连接底座与顶板之间的液压缸,所述底座的顶面设置有圆柱台座,所述圆柱台座上设置有供煤岩试样安装的夹具座;

[0009] 所述压旋机构包括安装在所述顶板上的旋转动力部件和与所述旋转动力部件传动连接的压旋部件,所述旋转动力部件和压旋部件同轴布设;所述轴向动力部件对所述压旋部件施加向下的压力,所述旋转动力部件带动所述压旋部件旋转,所述压旋部件在所述轴向动力部件和旋转动力部件共同作用下向下旋进煤岩试样。

[0010] 上述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述传感器组件包括用于测量所述压旋部件向下旋进煤岩试样内所受到的轴向压力的压力传感器、用于测量所述压旋部件向下旋进煤岩试样内所受到的扭矩的扭矩传感器和用于测量所述压旋部件向下旋进煤岩试样的深度的钻进位移传感器,所述压力传感器、扭矩传感器和钻进位移传感器均与所述计算机连接。

[0011] 上述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述底座底面设置有四个支腿,四个支腿位于所述底座底面四角,四个所述液压缸位于底座与顶板的四

角布设;所述底座顶面、顶板底面和四个所述液压缸之间围成安装空腔。

[0012] 上述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述旋转动力部件包括设置在所述顶板上的中空电机和穿设在所述中空电机中的旋转压杆,所述旋转压杆的底端穿过顶板的底端。

[0013] 上述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述压旋部件包括与所述旋转动力部件传动连接的竖向杆、设置在所述竖向杆底端的压旋刀架和两个对称设置在所述压旋刀架底部的PDC刀头,所述压旋刀架为U形板,所述压旋刀架中设置有两个供安装PDC刀头的安装槽,所述PDC刀头的杆部伸入所述安装槽中且通过螺栓连接,所述PDC刀头的底面伸出压旋刀架的底面。

[0014] 上述的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,其特征在于:所述扭矩传感器传动安装在所述旋转动力部件与所述竖向杆之间,所述钻进位移传感器安装在所述压旋刀架顶面,所述压力传感器安装在圆柱台座中。

[0015] 同时,提供了一种方法简单,设计合理的测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置的使用方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

[0016] 步骤一、煤岩试样的安装及PDC刀头初调节:

[0017] 步骤101、将煤岩试样安装在夹具座上;

[0018] 步骤102、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件向下移动,直至压旋部件中PDC刀头的底面距离煤岩试样的顶面的间距为0.1mm~0.5mm;

[0019] 步骤103、压力传感器测量获取初始压力 $P_0$ 发送至计算机,钻进位移传感器测量获取初始位移 $S_0$ 发送至计算机;

[0020] 步骤二、根据轴向压力与抗压强度间理论关系获取单轴抗压强度:

[0021] 步骤201、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件继续向下移动,压旋部件中PDC刀头对煤岩试样进行不同轴向压力模拟加载直至煤岩试样破坏;

[0022] 步骤202、在压旋部件中PDC刀头对煤岩试样进行轴向压力加载直至煤岩试样破坏的过程中,压力传感器实时检测并将测量到的N个压力发送至计算机,钻进位移传感器实时检测并将测量到的N个位移发送至计算机;其中,第i个压力记作 $P_i$ ,第i个位移记作 $S_i$ ,i和N均为正整数,且 $1 \leq i \leq N$ ;

[0023] 步骤203、计算机根据 $p_i = P_i - P_0$ ,得到第i个轴向压力 $p_i$ ;根据 $d_i = S_i - S_0$ ,得到第i个旋进深度 $d_i$ ;

[0024] 步骤204、多次重复步骤203,得到N个轴向压力和N个旋进深度;

[0025] 步骤205、采用所述计算机调用曲线绘制模块,以旋进深度 $d_i$ 为横坐标,以轴向压力 $p_i$ 为纵坐标,绘制出步骤204中N个轴向压力和N个旋进深度的各个点,并采用一次函数拟合得到旋进深度和轴向压力直线上的斜率记作比例系数K;

[0026] 步骤206、采用计算机根据 $q = \frac{K-b}{a}$ ,得到煤岩的单轴抗压强度q;其中,a为第一拟合系数,b为第二拟合系数;

[0027] 步骤三、根据扭矩与抗剪强度间理论关系获取煤岩的抗剪强度:

[0028] 步骤301、按照步骤101至步骤103所述的方法,扭矩传感器测量获取初始扭矩 $F_0$ 发送至计算机;

[0029] 步骤302、采用所述计算机建立旋进扭矩和抗剪强度的关系式如下：

$$f = 2 \int_{R-\omega}^R \sigma_s \frac{d' \times r}{\sin \theta} dr ; \text{其中, } R \text{ 为PDC刀头最外侧到两个PDC刀头连线中心的距离, } \omega \text{ 表示一个}$$

PDC刀头的直径,  $d'$  为PDC刀头的旋进深度,  $\theta$  为PDC刀头中心线与煤岩试样之间的倾斜夹角,  $\int dr$  表示积分符号,  $r$  表示积分自变量;  $\sigma_s$  为抗剪强度,  $f$  表示旋进扭矩;

[0030] 步骤303、在  $d'$  取值为0.5mm、0.6mm、0.7mm和0.8mm时, 根据旋进扭矩和抗剪强度的关系式, 得到煤岩的抗剪强度  $\overline{\sigma_s}$ 。

[0031] 上述的使用方法, 其特征在于: 在进行步骤一之前, 先获取步骤206中第一拟合系数  $a$  和第二拟合系数  $b$ , 具体获取过程如下:

[0032] 步骤A、采用单轴抗压强度试验仪测得不同类型的煤岩的单轴抗压强度, 获取  $M$  个煤岩的单轴抗压强度;

[0033] 步骤B、按照步骤201至步骤205所述的方法, 获取  $M$  个煤岩的比例系数;

[0034] 步骤C、采用所述计算机调用曲线绘制模块, 以单轴抗压强度为横坐标, 以比例系数为纵坐标, 绘制出步骤A中  $M$  个单轴抗压强度和  $M$  个比例系数的各个点, 并采用一次函数拟合得到单轴抗压强度和比例系数的表达式  $K = a \times q + b$ ; 其中,  $a$  为第一拟合系数,  $b$  为第二拟合系数,  $q$  为单轴抗压强度自变量,  $K$  为比例系数。

[0035] 上述的使用方法, 其特征在于: 步骤302中在  $d'$  取值为0.5mm、0.6mm、0.7mm和0.8mm时, 根据旋进扭矩和抗剪强度的关系式, 得到煤岩的抗剪强度  $\overline{\sigma_s}$ , 具体过程如下:

[0036] 步骤3021、在压旋部件中PDC刀头对煤岩试样进行旋切模拟加载的过程中, 当旋进深度  $d'$  为0.5mm时获取的旋进扭矩记作  $f_{0.5}$ ; 当旋进深度  $d'$  为0.6mm时获取的旋进扭矩记作  $f_{0.6}$ ; 当旋进深度  $d'$  为0.7mm时获取的旋进扭矩记作  $f_{0.7}$ ; 当旋进深度  $d'$  为0.8mm时获取的旋进扭矩记作  $f_{0.8}$ ;

[0037] 步骤3022、将  $d' = 0.5$  和  $f_{0.5}$  代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式, 得到第一抗剪强度  $\sigma_{s,1}$ ;

[0038] 将  $d' = 0.6$  和  $f_{0.6}$  代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式, 得到第二抗剪强度  $\sigma_{s,2}$ ;

[0039] 将  $d' = 0.7$  和  $f_{0.7}$  代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式, 得到第三抗剪强度  $\sigma_{s,3}$ ;

[0040] 将  $d' = 0.8$  和  $f_{0.8}$  代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式, 得到第四抗剪强度  $\sigma_{s,4}$ ;

[0041] 步骤3023、采用所述计算机根据  $\overline{\sigma_s} = \frac{\sigma_{s,1} + \sigma_{s,2} + \sigma_{s,3} + \sigma_{s,4}}{4}$ , 得到煤岩的抗剪强度  $\overline{\sigma_s}$ 。

[0042] 上述的使用方法, 其特征在于: 步骤3021中当旋进深度  $d'$  为0.5mm时获取的旋进扭矩记作  $f_{0.5}$ , 具体过程如下:

[0043] 步骤3021、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件继续向下移动, 压旋部件中PDC刀头对煤岩试样进行不同轴向压力加载, 直至按照步骤202和步骤203所述的方法, 得到旋进深度为0.5mm时, 则操作中空电机转动, 中空电机转动通过旋转压杆带动压旋部件中PDC刀头对煤岩试样进行旋切;

[0044] 步骤3022、在压旋部件中PDC刀头对煤岩试样进行旋切的过程中, 扭矩传感器实时检测并将测量到的扭矩发送至计算机,

[0045] 步骤3023、直至中空电机转动一圈, PDC刀头对煤岩试样旋切一周, 则计算机获取扭矩传感器测量到的  $N'$  个扭矩; 其中, 计算机根据  $f_{i'} = F_i - F_0$ , 得到第  $i'$  个旋进扭矩  $f_{i'}$ ;  $i'$  和

$N'$ 均为正整数,且 $1 \leq i' \leq N'$ ;

[0046] 步骤3024、计算机对 $N'$ 个旋进扭矩进行平均处理,得到旋进深度 $d'$ 为0.5mm时的旋进扭矩 $f_{0.5}$ ;

[0047] 按照步骤3021和步骤3024所述的方法,依次得到旋进深度 $d'$ 为0.6mm时的旋进扭矩 $f_{0.6}$ ,旋进深度 $d'$ 为0.7mm时的旋进扭矩 $f_{0.7}$ ,旋进深度 $d'$ 为0.8mm时的旋进扭矩 $f_{0.8}$ 。

[0048] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0049] 1、本发明结构简单、设计合理且整体紧凑,轴向动力部件、所述旋转动力部件和压旋部件同轴布设,提高了模拟加载的准确性。

[0050] 2、本发明轴向动力部件对所述压旋部件施加向下的压力,所述旋转动力部件驱动所述压旋部件旋转,所述压旋部件在所述轴向动力部件和旋转动力部件共同作用下向下旋进煤岩试样。

[0051] 3、本发明压力传感器实现煤岩试样不同轴向压力加载下轴向压力的测量,扭矩传感器实现扭矩测量,设置钻进位移传感器实现旋进深度测量,便于计算机对轴向压力、扭矩和旋进深度进行处理。

[0052] 4、本发明设置底座便于圆柱台座和夹具座的安装,进而满足煤岩试样安装,设置顶板,便于轴向动力部件和所述旋转动力部件布设,且旋转动力部件和压旋部件同轴布设位于四个液压缸之间,提高了紧凑性。

[0053] 5、本发明测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置的使用方法步骤简单、实现方便且操作简便,可实现煤岩抗压、抗剪强度的测定。

[0054] 6、本发明通过随钻装置对从现场所取煤岩试样进行轴压和旋切,获取轴向压力、旋进深度和扭矩,操作简单、方便,操作次数少且实用性高,记录的数据可靠、准确,克服了传统方法测定煤岩基本弹性力学参数操作繁琐、试验次数多等弊端。

[0055] 7、本发明通过轴向动力部件对压旋部件施加不同轴向压力,以及通过旋转动力部件对压旋部件施加不同扭矩,使压旋部件可对不同类型的煤岩进行试验,获取煤岩抗压、抗剪强度值,适用范围广。

[0056] 8、本发明对压力、扭矩和位移的整个测定工程机械化程度和数字化程度高,避免了人为主观因素的影响,因而测量及分析结果更科学、可靠。

[0057] 综上所述,本发明结构简单,设计合理,可以快速测定煤岩抗压、抗剪强度,操作简单,无需使用其他特定仪器,同时只需一个上下面水平左右面不规则的煤岩试样,极大地提高了试验效率。

[0058] 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

[0059] 图1为本发明测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置的结构示意图。

[0060] 图2为本发明测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置压旋机构的结构示意图。

[0061] 图3为本发明压旋部件的左视图。

[0062] 图4为本发明测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置的电路原理框图。

[0063] 图5为本发明测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置的使用方法的流程框图。

[0064] 附图标记说明:

- [0065] 1—液压缸;2—底座;3—顶板;  
[0066] 4—夹具座;5—旋转压杆;6—压旋部件;  
[0067] 6-1—竖向杆;6-2—压旋刀架;  
[0068] 7—PDC刀头;8—支腿;9—圆柱台座;  
[0069] 10—中空电机;11—压力传感器;12—扭矩传感器;  
[0070] 13—钻进位移传感器;14—液压泵站;  
[0071] 15—计算机;16—煤岩试样。

### 具体实施方式

[0072] 如图1至图4所示的一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置,包括底座2、轴向动力部件、压旋机构、传感器组件和计算机;

[0073] 所述轴向动力部件包括与底座2上下平行布设的顶板3和四个连接底座2与顶板3之间的液压缸1,所述底座2的顶面设置有圆柱台座9,所述圆柱台座9上设置有供煤岩试样16安装的夹具座4;

[0074] 所述压旋机构包括安装在所述顶板3上的旋转动力部件和与所述旋转动力部件传动连接的压旋部件6,所述旋转动力部件和压旋部件6同轴布设;所述轴向动力部件对所述压旋部件6施加向下的压力,所述旋转动力部件带动所述压旋部件6旋转,所述压旋部件6在所述轴向动力部件和旋转动力部件共同作用下向下旋进煤岩试样。

[0075] 本实施例中,所述传感器组件包括用于测量所述压旋部件6向下旋进煤岩试样内所受到的轴向压力的压力传感器11、用于测量所述压旋部件6向下旋进煤岩试样内所受到的扭矩的扭矩传感器12和用于测量所述压旋部件6向下旋进煤岩试样的深度的钻进位移传感器13,所述压力传感器11、扭矩传感器12和钻进位移传感器13均与所述计算机15连接。

[0076] 本实施例中,所述底座2底面设置有四个支腿8,四个支腿8位于所述底座2底面四角,四个所述液压缸1位于底座2与顶板3的四角布设;所述底座2顶面、顶板3底面和四个所述液压缸1之间围成安装空腔。

[0077] 本实施例中,所述旋转动力部件包括设置在所述顶板3上的中空电机10和穿设在所述中空电机10中的旋转压杆5,所述旋转压杆5的底端穿过顶板3的底端。

[0078] 本实施例中,所述压旋部件6包括与所述旋转动力部件传动连接的竖向杆6-1、设置在所述竖向杆6-1底端的压旋刀架6-2和两个对称设置在所述压旋刀架6-2底部的PDC刀头7,所述压旋刀架6-2为U形板,所述压旋刀架6-2中设置有两个供安装PDC刀头7的安装槽,所述PDC刀头7的杆部伸入所述安装槽中且通过螺栓连接,所述PDC刀头7的底面伸出压旋刀架6-2的底面。

[0079] 本实施例中,所述扭矩传感器12传动安装在所述旋转动力部件与所述竖向杆6-1之间,所述钻进位移传感器13安装在所述压旋刀架6-2顶面,所述压力传感器11安装在圆柱台座9中。

[0080] 本实施例中,实际使用时,所述旋转压杆5的下端与竖向杆6-1的顶端传动连接。

[0081] 本实施例中,实际使用时,所述旋转压杆5的下端通过第一联轴器与扭矩传感器12的一端传动连接,所述扭矩传感器12的另一端通过第二联轴器与竖向杆6-1的顶端传动连接。

[0082] 本实施例中,实际使用时,所述计算机15的底部设置有液压泵站14,为液压缸1供油。

[0083] 本实施例中,实际使用时,中空电机10、旋转压杆5和竖向杆6-1同轴布设。

[0084] 本实施例中,压力传感器11采用MIK-P300压力传感器,扭矩传感器12采用ZH07-A-500T扭矩传感器,钻进位移传感器13采用SW-LDS50A钻进位移传感器。

[0085] 如图5所示,一种测定煤岩基本弹性力学参数的随钻装置的使用方法,包括以下步骤:

[0086] 步骤一、煤岩试样的安装及PDC刀头初调节:

[0087] 步骤101、将煤岩试样16安装在夹具座4上;

[0088] 步骤102、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件6向下移动,直至压旋部件6中PDC刀头7的底面距离煤岩试样的顶面的间距为0.1mm~0.5mm;

[0089] 步骤103、压力传感器11测量获取初始压力 $P_0$ 发送至计算机15,钻进位移传感器13测量获取初始位移 $S_0$ 发送至计算机15;

[0090] 步骤二、根据轴向压力与抗压强度间理论关系获取单轴抗压强度:

[0091] 步骤201、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件6继续向下移动,压旋部件6中PDC刀头7对煤岩试样进行不同轴向压力模拟加载直至煤岩试样破坏;

[0092] 步骤202、在压旋部件6中PDC刀头7对煤岩试样进行轴向压力加载直至煤岩试样破坏的过程中,压力传感器11实时检测并将测量到的N个压力发送至计算机15,钻进位移传感器13实时检测并将测量到的N个位移发送至计算机15;其中,第i个压力记作 $P_i$ ,第i个位移记作 $S_i$ ,i和N均为正整数,且 $1 \leq i \leq N$ ;

[0093] 步骤203、计算机15根据 $p_i = P_i - P_0$ ,得到第i个轴向压力 $p_i$ ;根据 $d_i = S_i - S_0$ ,得到第i个旋进深度 $d_i$ ;

[0094] 步骤204、多次重复步骤203,得到N个轴向压力和N个旋进深度;

[0095] 步骤205、采用所述计算机15调用曲线绘制模块,以旋进深度 $d_i$ 为横坐标,以轴向压力 $p_i$ 为纵坐标,绘制出步骤204中N个轴向压力和N个旋进深度的各个点,并采用一次函数拟合得到旋进深度和轴向压力直线上的斜率记作比例系数K;

[0096] 步骤206、采用计算机15根据 $q = \frac{K-b}{a}$ ,得到煤岩的单轴抗压强度q;其中,a为第一拟合系数,b为第二拟合系数;

[0097] 步骤三、根据扭矩与抗剪强度间理论关系获取煤岩的抗剪强度:

[0098] 步骤301、按照步骤101至步骤103所述的方法,扭矩传感器12测量获取初始扭矩 $F_0$ 发送至计算机15;

[0099] 步骤302、采用所述计算机15建立旋进扭矩和抗剪强度的关系式如下:

$f = 2 \int_{R-\omega}^R \sigma_s \frac{d' \times r}{\sin \theta} dr$ ;其中,R为PDC刀头7最外侧到两个PDC刀头7连线中心的距离, $\omega$ 表示一个PDC刀头7的直径, $d'$ 为PDC刀头7的旋进深度, $\theta$ 为PDC刀头7中心线与煤岩试样顶水平面之间的倾斜夹角, $\int dr$ 表示积分符号,r表示积分自变量; $\sigma_s$ 为抗剪强度,f表示旋进扭矩;

[0100] 步骤303、在 $d'$ 取值为0.5mm,0.6mm、0.7mm和0.8mm时,根据旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到煤岩的抗剪强度 $\bar{\sigma}_s$ 。

[0101] 本实施例中,在进行步骤一之前,先获取步骤206中第一拟合系数a和第二拟合系数b,具体获取过程如下:

[0102] 步骤A、采用单轴抗压强度试验仪测得不同类型的煤岩的单轴抗压强度,获取M个煤岩的单轴抗压强度;

[0103] 步骤B、按照步骤201至步骤205所述的方法,获取M个煤岩的比例系数;

[0104] 步骤C、采用所述计算机15调用曲线绘制模块,以单轴抗压强度为横坐标,以比例系数为纵坐标,绘制出步骤A中M个单轴抗压强度和M个比例系数的各个点,并采用一次函数拟合得到单轴抗压强度和比例系数的表达式 $K=a \times q+b$ ;其中,a为第一拟合系数,b为第二拟合系数,q为单轴抗压强度自变量,K为比例系数。

[0105] 本实施例中,步骤302中在d'取值为0.5mm,0.6mm、0.7mm和0.8mm时,根据旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到煤岩的抗剪强度 $\bar{\sigma}_s$ ,具体过程如下:

[0106] 步骤3021、在压旋部件6中PDC刀头7对煤岩试样进行旋切模拟加载的过程中,当旋进深度d'为0.5mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.5}$ ;当旋进深度d'为0.6mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.6}$ ;当旋进深度d'为0.7mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.7}$ ;当旋进深度d'为0.8mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.8}$ ;

[0107] 步骤3022、将 $d'=0.5$ 和 $f_{0.5}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到第一抗剪强度 $\sigma_{s,1}$ ;

[0108] 将 $d'=0.6$ 和 $f_{0.6}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到第二抗剪强度 $\sigma_{s,2}$ ;

[0109] 将 $d'=0.7$ 和 $f_{0.7}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到第三抗剪强度 $\sigma_{s,3}$ ;

[0110] 将 $d'=0.8$ 和 $f_{0.8}$ 代入旋进扭矩和抗剪强度的关系式,得到第四抗剪强度 $\sigma_{s,4}$ ;

[0111] 步骤3023、采用所述计算机15根据 $\bar{\sigma}_s = \frac{\sigma_{s,1} + \sigma_{s,2} + \sigma_{s,3} + \sigma_{s,4}}{4}$ ,得到煤岩的抗剪强度 $\bar{\sigma}_s$ 。

[0112] 本实施例中,步骤3021中当旋进深度d'为0.5mm时获取的旋进扭矩记作 $f_{0.5}$ ,具体过程如下:

[0113] 步骤3021、通过所述轴向动力部件和所述旋转动力部件带动压旋部件6继续向下移动,压旋部件6中PDC刀头7对煤岩试样进行不同轴向压力加载,直至按照步骤202和步骤203所述的方法,得到旋进深度为0.5mm时,则操作中空电机10转动,中空电机10转动通过旋转压杆5带动压旋部件6中PDC刀头7对煤岩试样进行旋切;

[0114] 步骤3022、在压旋部件6中PDC刀头7对煤岩试样进行旋切的过程中,扭矩传感器12实时检测并将测量到的扭矩发送至计算机15,

[0115] 步骤3023、直至中空电机10转动一圈,PDC刀头7对煤岩试样旋切一周,则计算机15获取扭矩传感器12测量到的N'个扭矩;其中,计算机15根据 $f_{i'} = F_i - F_0$ ,得到第i'个旋进扭矩 $f_{i'}$ ;i'和N'均为正整数,且 $1 \leq i' \leq N'$ ;

[0116] 步骤3024、计算机15对N'个旋进扭矩进行平均处理,得到旋进深度d'为0.5mm时的旋进扭矩 $f_{0.5}$ ;

[0117] 按照步骤3021和步骤3024所述的方法,依次得到旋进深度d'为0.6mm时的旋进扭矩 $f_{0.6}$ ,旋进深度d'为0.7mm时的旋进扭矩 $f_{0.7}$ ,旋进深度d'为0.8mm时的旋进扭矩 $f_{0.8}$ 。

[0118] 本实施例中,不同类型的煤岩可通过不同地区煤矿的煤岩获取。

[0119] 本实施例中,实际使用时,PDC刀头7中心线与煤岩试样之间的倾斜夹角 $\theta$ 为锐角。

[0120] 综上所述,本发明结构简单,设计合理,可以快速测定煤岩抗压、抗剪强度,操作简单,无需使用其他特定仪器,同时只需一个上下面水平左右面不规则的煤岩试样,极大地提高了试验效率。

[0121] 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。

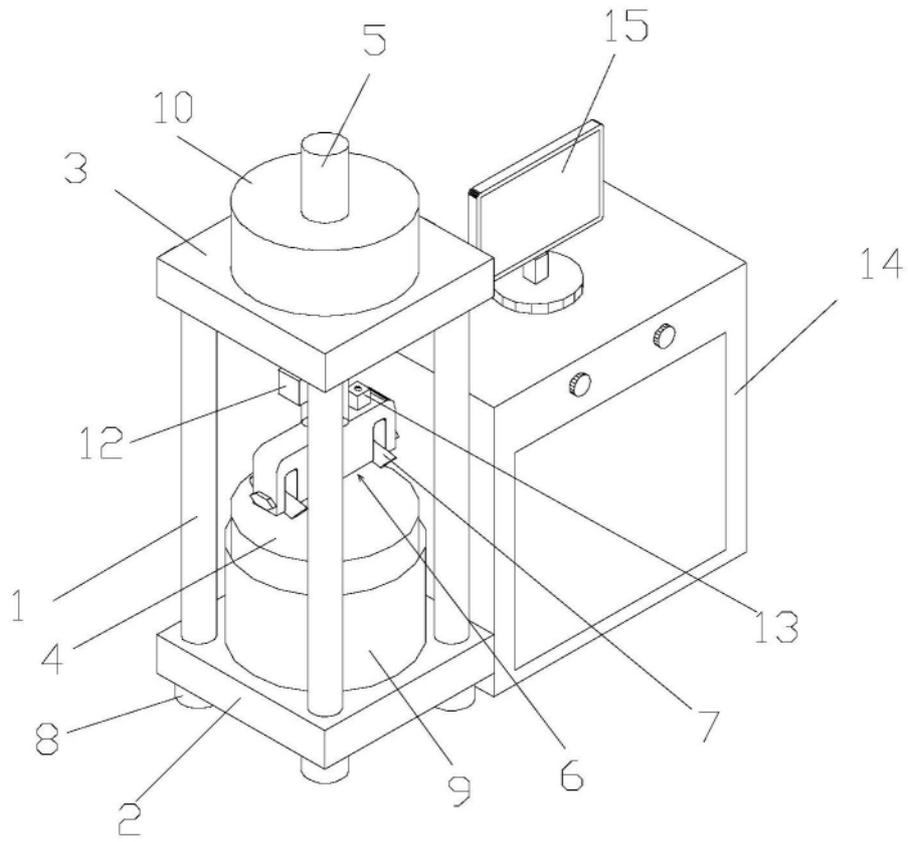


图1

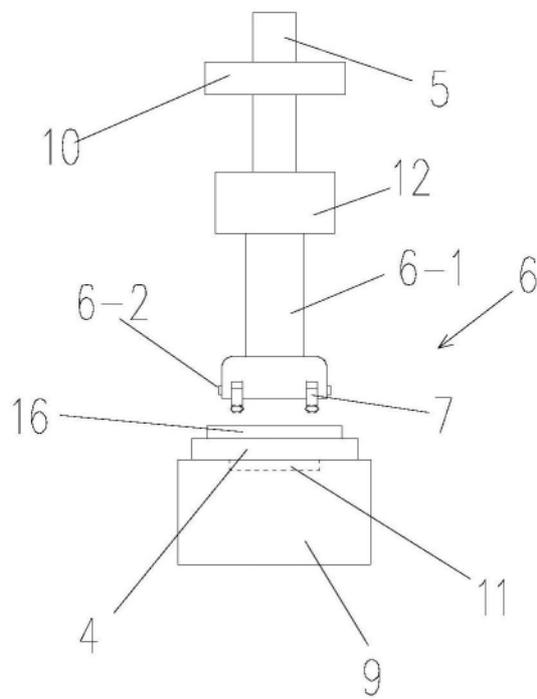


图2

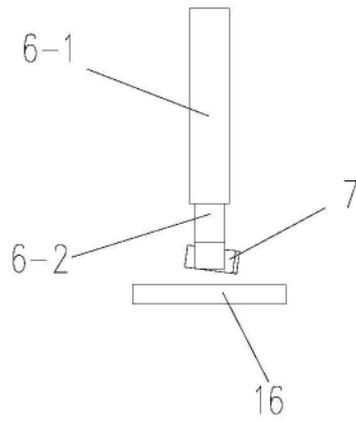


图3

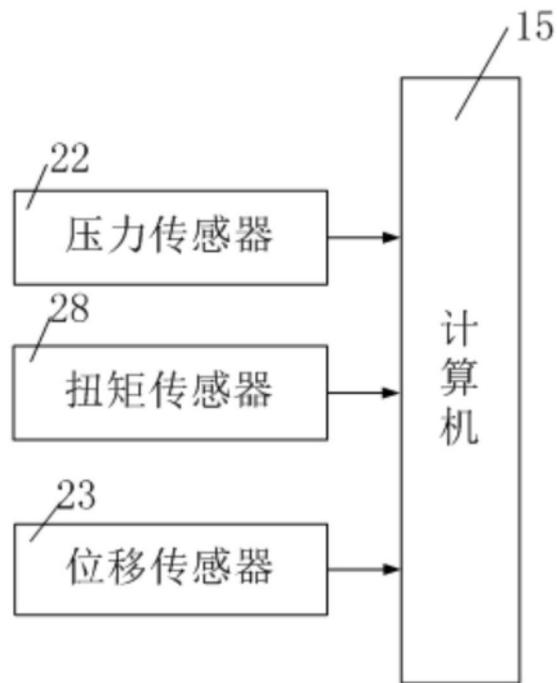


图4

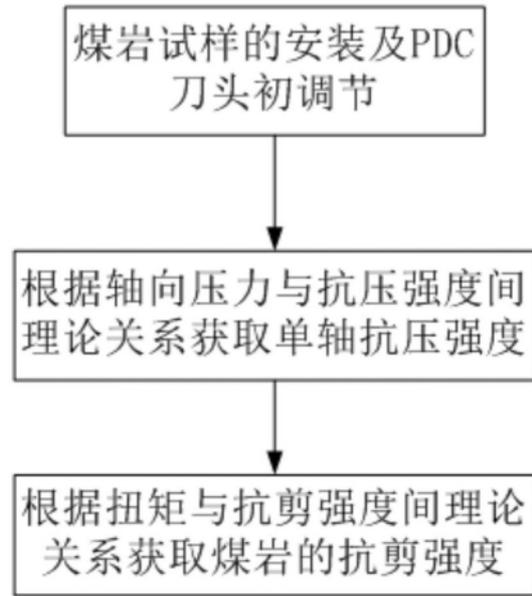


图5