



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113958314 A

(43) 申请公布日 2022.01.21

(21) 申请号 202111366516.4

E21B 43/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.11.18

(71) 申请人 中国地质大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路29号中
国地质大学(北京)工程技术学院探工
楼503

申请人 中国地质大学(北京)郑州研究院

(72) 发明人 唐云龙 孔意 岳文 杨义勇

康嘉杰 付志强 田斌

(51) Int. Cl.

E21B 47/12 (2012.01)

E21B 47/00 (2012.01)

E21B 47/06 (2012.01)

E21B 45/00 (2006.01)

E21B 47/01 (2012.01)

E21B 23/00 (2006.01)

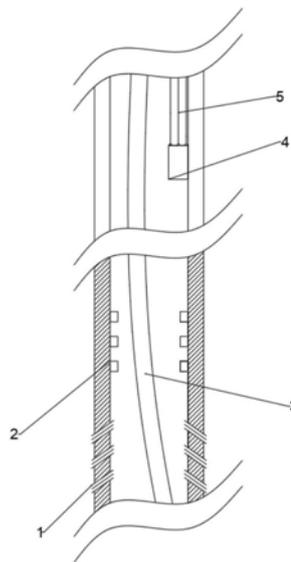
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种煤层气与随钻测量的系统装置及方法

(57) 摘要

本发明是一种煤层气与随钻测量的系统装置及方法。首先,选择合适的钻杆材料;其次,在钻杆内部放置柔性压力传感器以及位移传感器等,同时,开出气孔;第三,在钻杆中设置传感器数据采集设备;第四,采用光纤连接,数据采集设备采用光纤连接,光纤利用滚轮输送,滚轮利用轴承连接;第五,在滚轮内部设置二次采集设备接入光纤;第六,二次采集设备利用无线通信技术将数据汇总在工作台;第七,滚轮采用支撑结构,当加长钻杆时,利用链条将滚轮装置下放至合适位置,套入钻杆,继续钻探。本发明通过光纤数据传输模式,能够进行实时测量,不需要单独停下钻机后进行封闭测量,延长钻探时间,保证了随钻的实时测量。



1. 一种煤层气与随钻测量的系统装置,其特征在于,该系统装置包括钻杆,传感器,小型传感器数据采集设备,光纤,滚轮装置,链条机构,PID控制装置,钻杆内部附着传感器,传感器数据由小型采集设备收集,通过光纤传输工作台,光纤采用滚轮输送。

2. 根据权利要求1所述的一种煤层气与随钻测量的系统装置,其特征在于,所述的钻杆根据探测深度,合理选择材质。

3. 根据权利要求1所述的一种煤层气与随钻测量的系统装置,其特征在于,所述的柔性传感器放置在钻杆孔上方内部,紧贴钻杆壁;在距离柔性传感器远端处设置小型传感器数据采集设备,在柔性传感器周围的钻杆内壁进行打孔,作为煤层气入口,位移传感器、加速度传感器放置均匀放置在钻杆内壁处。

4. 根据权利要求1所述的一种煤层气与随钻测量的系统装置,其特征在于,光纤接入小型数据采集设备,连接至滚轮装置内部的二次数据采集设备,光纤依附在内壁处,采用滚轮输送方式,滚轮装置采用锥齿轮驱动旋转面,利用PID控制其转速;

PID控制器是一种线性控制器,它根据给定值 $r_{in}(t)$ 与实际输出值 $y_{out}(t)$ 构成控制偏差:

$$error(t) = r_{in}(t) - y_{out}(t)$$

PID的控制规律为:

$$u(t) = k_p(error(t) + \frac{1}{T_1} \int_0^t error(t) dt + \frac{T_D derror(t)}{dt})$$

或写成传递函数的形式

$$G(s) \approx \frac{U(s)}{E(s)} = k_p(1 + \frac{1}{T_1 s} + T_D s)$$

式中, k_p ——比例系数; T_1 ——积分时间常数; T_D ——微分时间常数;

PID算法计算公式如下

$$PID = K_p * (S_v - X_k) + K_i * \sum_{i=1}^k (S_v - X_i) + K_d * (E_k - E_{k-1})$$

其中 K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常量, T_d 为微分时间常量。

5. 根据权利要求1所述的一种煤层气与随钻测量的系统装置,其特征在于,在钻杆内部放置输水细管。

6. 一种煤层气与随钻测量的方法,其特征在于,具体步骤为:

首先,在钻杆内部放置大量柔性传感器、位移传感器以及加速度传感器,传感器固定在钻杆内壁,在传感器下方部位进行开孔;

其次,安装数据采集设备及光纤,小型传感器数据采集设备位于柔性传感器上部远端位置,固定在钻杆内壁;

第三,采用光纤连接数据采集设备,光纤连接数据采集设备后,尾端连接至滚轮内部二次数据采集设备;

第四,光纤采用滚轮输送,滚轮利用内置驱动机构,驱动滚轮转动,滚轮装置周向旋转利用锥齿轮驱动,锥齿轮采用PID控制旋转速度,滚轮周向和轴向转动根据钻杆旋转速度和下降速度设定;

第五,在二次数据采集设备中加装无线发射模块,通过无线通信对工作台进行数据传输;

第六,设置输水细管,细管通入钻杆内部至煤层气进气孔;

第七,加长钻杆时,利用链条机构绑定的滚轮装置,下放合理位置,套入钻杆,继续钻探。

7.根据权利要求6所述的一种煤层气与随钻测量的方法,其特征在于,所述的传感器主要包括柔性传感器、位移传感器以及加速度传感器,柔性传感器根据气压产生变形,测量底部煤层气含量;位移传感器测量钻杆下降位移,加速度传感器测量钻杆下降加速度。

8.根据权利要求6所述的一种煤层气与随钻测量的方法,其特征在于,钻杆内壁煤层气进气孔在柔性传感器下方,孔位与传感器保持一定距离;测定钻杆旋转时对柔性传感器的一个旋转气压,设为标准值,在后续测量根据所标定的值来测量气压。

9.根据权利要求6所述的一种煤层气与随钻测量的方法,其特征在于,小型传感器数据采集设备,设置在柔性传感器上方远处,利用光纤连接至滚轮装置内部的二次数据采集设备,二次数据采集设备内设置无线发射模块,将数据传输至工作台。

10.根据权利要求6所述的一种煤层气与随钻测量的方法,其特征在于,所述的链条机构中,链条连接至滚轮装置固定轴两端,在钻探过程中需要加长钻杆时,利用链条下放滚轮机构。

一种煤层气与随钻测量的系统装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及了一种煤层气与随钻测量的系统装置及方法。

背景技术

[0002] 我国作为煤炭第三大存储国,煤炭资源丰富,资源的可获取性强,利用的经济性好、煤炭开采量也非常大,煤炭作为我国的基础能源,煤炭作为我国经济发展的重要支柱,在我国占据能源的一半以上,同时我国也是世界第一生产大国。根据自然资源部门统计显示,2013年以来,我国煤炭查明资源储量持续上升,2018年我国煤炭查明资源储量为17085.73亿吨,同比增长2.5%。2019年我国煤炭查明资源储量增加至17700亿吨,我国作为煤炭开采大国,开采量大,矿井众多,但是随着矿井的不断开采,煤层中含有大量煤层气,开采时,由于瓦斯气体的存在,也导致开采煤矿的安全系数降低,需要做好防护措施。

[0003] 瓦斯气体是以甲烷为主的,二氧化碳和氮组成的混合气体,瓦斯是煤矿开采中有害气体,瓦斯气体不仅会污染空气,同时当开采煤矿时候,瓦斯气体的含量达到5%~16%时,遇火会爆炸,造成煤矿开采事故。所以瓦斯气体在开采时需要测量瓦斯气体,以防瓦斯含量超标,极易发生爆炸事故。

[0004] 针对煤层气与随钻测量的数据传输不及时,且操作复杂,如果操作不当会导致钻探设备问题频出,在工程中实时测量,自动控制越来越重要,实时测量可时刻接收地下钻探数据,而自动控制可以节省工作人员繁杂操作流程,减小钻探设备的意外发生,提高钻探效率,所以开发一套煤层气与随钻测量系统针对工程中钻探测量具有实际意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种煤层气与随钻测量的系统装置及方法,通过该系统装置和方法实现对煤层气的随钻测量,针对在钻探时对煤层气的测量,使用柔性传感器记录气体压力,利用位移传感器和加速度传感器测量钻杆的下降位移和加速度,通过传感器数据采集设备接收传感器数据,利用滚轮装置输送光纤至一次采集设备,滚轮内置驱动机构,根据钻杆钻探时的下降速度,设置合理的滚轮转动速度,根据钻杆旋转速度,利用PID控制锥齿轮系统驱动旋转面板转动,保持滚轮装置与钻杆同步钻速,二次采集设备设置在滚轮内部,设置无线发射通信模块,将数据同步至工作台,进行实时记录和分析,通过数据的实时传输,能够准确的了解,煤层气的含量保证数据的真实性,进一步优化开采方案,保证安全措施。

[0006] 本发明提供一种煤层气随钻测量的系统装置及方法,具体如下:

优选的,首先在钻杆内部钻出气孔,气孔上方部位设置柔性传感器,位移传感器和加速度传感器粘附在钻杆内壁处,监测钻杆下降位移及加速度,钻头根据钻探深度,选择合理的材质。

[0007] 优选的,在柔性传感器上方设置小型传感器数据采集设备,设备接收传感器压力、位移及加速度数据。

[0008] 优选的,二次采集设备安装在滚轮内部,光纤连接小型传感器数据采集设备至滚轮装置内的二次数据采集设备,光纤固定在钻杆内壁,光纤采用滚轮输送的方式,随着钻杆向下钻杆,滚轮缓慢下方光纤,滚轮内部设置驱动机构,控制滚轮转速和钻探下降速度一致;其次,采用PID控制方法,利用PID控制锥齿轮机构,锥齿轮转速同步至旋转面板,旋转面板带动滚轮装置转动,保持和钻杆转速一致,;

PID基本控制规律:

$$u(t) = k_p(\text{error}(t) + \frac{1}{T_1} \int_0^t \text{error}(t) dt + \frac{T_D d\text{error}(t)}{dt})$$

或写成传递函数的形式

$$G(s) \approx \frac{U(s)}{E(s)} = k_p(1 + \frac{1}{T_1 s} + T_D s)$$

式中, k_p ——比例系数; T_1 ——积分时间常数; T_D ——微分时间常数;

PID算法计算公式如下

$$PID = K_p * (S_v - X_k) + K_i * \sum_{i=1}^k (S_v - X_i) + K_d * (E_k - E_{k-1})$$

其中 K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常量, T_d 为微分时间常量。

[0009] 优选的,光纤从钻杆内部的数据采集设备引出,接入滚轮内部的二次采集设备,滚轮内部二次采集设备设置无线发射通信模块,利用无线发射通信模块,将数据传递同步至工作台。

[0010] 优选的,输水细管放入钻杆内部,头部贴近进气孔位置,当完成工作时,可用细管对进气孔部位进行清洗,以便进行下次钻探工作。

[0011] 优选的,钻杆加长时,利用链条机构控制滚轮装置的下放和提升,放置到合适位置,拆开链条套入新钻杆。

[0012] 根据所述的钻杆,钻杆内部进气孔设置在距离钻头一定距离的位置处,防止钻头工作时,有颗粒飞入进气口造成堵塞;针对柔性传感器依附在钻杆内壁处,柔性传感器需设定标准值,在钻杆高速运转时候,会因旋转而产生的一定气压,针对该气压进行测量后设定为标准值,在此基础上进行测量。柔性传感器针对开采时,进气孔进入气体而产生的压力进行测量;位移传感器和加速度传感器粘附在钻杆内壁其余位置处,用来测量钻杆下降位移和加速度。

[0013] 根据所述小型传感器数据采集设备,小型传感器数据采集设备的设置和柔性传感器保持最佳的数据传输距离,固定在钻杆内壁,保证数据的采集。

[0014] 根据所述的PID控制装置,利用PID无线控制,对滚轮速度进行一个限制,保证和钻杆的下降速度匹配。

[0015] PID控制器是一种线性控制器,它根据给定值 $r_{in}(t)$ 与实际输出值 $y_{out}(t)$ 构成控制偏差:

$$\text{error}(t) = r_{in}(t) - y_{out}(t)$$

PID的控制规律为:

$$u(t) = k_p(\text{error}(t) + \frac{1}{T_1} \int_0^t \text{error}(t) dt + \frac{T_D d\text{error}(t)}{dt})$$

或写成传递函数的形式

$$G(s) \approx \frac{U(s)}{E(s)} = k_p(1 + \frac{1}{T_1 s} + T_D s)$$

式中, k_p ——比例系数; T_1 ——积分时间常数; T_D ——微分时间常数。

简单来说,PID控制器各校正环节的作用如下:

(1)比例环节:成比例地反映控制系统的偏差信号error(t),偏差一旦产生,控制器立即产生作用,以减少偏差。

[0016] (2)积分环节:主要用于消除静差,提高系统的无差度。积分作用的强弱取决于积分时间常数 T_1 , T_1 越大,积分作用越弱,反之则越强。

[0017] (3)微分环节:反应偏差信号的变换趋势(变化速率),并能在偏差信号变得太大之前,在系统中引入一个有效的早期修正信号,从而加快系统的动作速度,减少调节时间。

[0018] PID算法计算公式如下

$$PID = K_p * (S_v - X_k) + K_i * \sum_{i=1} (S_v - X_i) + K_d * (E_k - E_{k-1})$$

其中 K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常量, T_d 为微分时间常量。

[0019] 简单来说,PID控制器各校正环节的作用如下:

(1)比例环节:成比例地反映控制系统的偏差信号error(t),偏差一旦产生,控制器立即产生作用,以减少偏差;

(2)积分环节:主要用于消除静差,提高系统的无差度。积分作用的强弱取决于积分时间常数 T_1 , T_1 越大,积分作用越弱,反之则越强;

(3)微分环节:反应偏差信号的变换趋势(变化速率),并能在偏差信号变得太大之前,在系统中引入一个有效的早期修正信号,从而加快系统的动作速度,减少调节时间;

PID算法计算公式如下

$$PID = K_p * (S_v - X_k) + K_i * \sum_{i=1} (S_v - X_i) + K_d * (E_k - E_{k-1})$$

其中 K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常量, T_d 为微分时间常量。

[0020] 根据所述的光纤连接,光纤连接小型传感器数据采集设备至滚轮装置,再从滚轮内部引出光纤接入滚轮内部的二次数据采集设备;光纤的连接,保证数据的传送速度,光纤需要绑定在钻杆内壁,保证钻探时不会产生扰动,同时采用耐磨软质细管套入光纤,作保护作用。

[0021] 根据所述的二次采集设备,二次采集设备设置在滚轮装置内部,保证滚轮正常向下输送光纤,设置无线发射通信模块,利用无线通信,将采集的数据同步至工作台。

[0022] 根据所述的输水细管,输水管设置在靠近进气孔位置处,为了不影响钻杆内的气压效果,不清洗的时候需要将细管在尾部密封,保证气压测量,待需要清洗时,打开输水。

[0023] 根据所述的链条机构,当需要加长钻杆时,链条机构将对滚轮装置进行合理的提升和下方,在此之后滚轮装置和光纤一并通入新钻杆,安装钻杆即可进行钻探。

[0024] 本发明的优点

本发明通过设计一种特殊钻杆对煤层气进行随钻测量,目的是解决在钻探时对煤层气产生的测量,同时解决煤层气与随钻测量数据传输的不及时,不准确的问题,进一步了解煤层气在钻探过程中产生过程,做好开采时的防护优化工作,提高开采效率。本发明的优势主要包括以下几点:

第一,采用柔性传感器对气压测量,柔性传感器作为一种柔性介质,当产生气压时,会产生一定量的变形,这对于气压测量准确度能够提升,同时设置多个柔性传感器,多个数据的获取对比,更能保证数据的真实有效;位移传感器和加速度传感器分布在钻杆内壁,能够测量钻杆下降的位移深度和加速度,增强对地下工况的了解。

[0025] 第二,采用光纤连接,光纤连接小型数据传感器和滚轮装置之间,光纤传递速度快、可靠性高,可以快速的将数据进行传输,不会因为复杂的地形和环境而导致数据传输的不稳定。

[0026] 第三,利用滚轮内部驱动装置和PID控制的锥齿轮装置来控制滚轮装置的周向和轴向转动,保证了光纤在钻杆高速运转的情况下正常输送以及数据的稳定传送。

[0027] 第四,采用无线发射通信模块,无线发射通信模块是放置在二次采集设备处,通过无线发射模块传递在二次采集设备中的数据,可以真正实现实时的随钻测量,不需要停止钻探后进行测量,保证了数据的实时性和准确性。

附图说明

[0028] 图1:钻杆内部示意图。

[0029] 图2:滚轮装置示意图。

[0030] 图3:钻杆内部截面图。

[0031] 图4:数据传输流程示意图。

[0032] 图5:PID算法流程示意图。

具体实施方式

[0033] 一种煤层气与随钻测量的系统装置主要包括,钻杆,柔性传感器,位移传感器,加速度传感器,小型传感器数据采集设备,光纤,光纤防护细管,滚轮装置,锥齿轮,链条机构,PID控制装置,通水细管,传感器粘附在钻杆内壁,气孔在传感器下方,小型传感器数据采集设备设置在距离传感器远处最佳数据传输位置,光纤连接小型传感器数据采集设备至滚轮内部的二次采集设备,数据通过无线发射模块传递至工作站。

[0034] 一种煤层气与随钻测量的方法,包括以下步骤:

首先,根据探测深度选择合理的钻杆材质,在钻杆内,距离头部一定位置处设置进气孔1,进气孔对称设置参见图3,保证在不会被粉尘阻塞的情况下,能够进入煤层气。

[0035] 其次,在进气孔上方一定距离处放置多个柔性传感器2,参见图1和3,针对钻杆在地下旋转的速度,测量柔性传感器因旋转而产生的压力,将此压力设为标准值,在标准值的基础上测量煤层气压力,柔性传感器依附在钻杆内壁,设置位移传感器和加速度传感器在柔性传感器上部空余位置处,测量钻杆下降的位移以及钻杆加速度。

[0036] 第三,设置传感器小型数据采集设备4,设备保持和传感器传递的最佳距离,参见

图1,依附在钻杆内壁,接收传感器数据信息并进行传递。

[0037] 第四,采用光纤连接,光纤5连接小型传感器数据采集设备至滚轮装置6内部的二次数据采集设备9,参见图1和2,光纤绑定在钻杆内壁,采用耐磨软质细管保护;滚轮装置采用轴承安装,控制滚轮轴向转动,根据钻探速度的快慢,设置滚轮的转动速度,保证光纤合理的下放输送速度;滚轮的周向转动采用PID小型控制系统14控制的锥齿轮11来驱动,参见图2;根据钻杆的转速设置锥齿轮的旋转速度,两者为同步转速,保证滚轮装置与钻杆的钻速能够同步,有利于光纤的下放输送;滚轮内部引出光纤连接至内部的二次采集设备,通过光纤能够快速传递传感器数据至二次采集设备中,保证了传递的数据的稳定性和快速性。

[0038] PID控制器是一种线性控制器,它根据给定值 $r_{in}(t)$ 与实际输出值 $y_{out}(t)$ 构成控制偏差:

$$error(t) = r_{in}(t) - y_{out}(t)$$

PID的控制规律为:

$$u(t) = k_p(error(t) + \frac{1}{T_1} \int_0^t error(t) dt + \frac{T_D derror(t)}{dt})$$

或写成传递函数的形式

$$G(s) \approx \frac{U(s)}{E(s)} = k_p(1 + \frac{1}{T_1 s} + T_D s)$$

式中, k_p ——比例系数; T_1 ——积分时间常数; T_D ——微分时间常数;

PID算法计算公式如下

$$PID = K_p * (S_v - X_k) + K_i * \sum_{i=1} (S_v - X_i) + K_d * (E_k - E_{k-1})$$

其中 K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常量, T_d 为微分时间常量。

[0039] 简单来说,PID控制器各校正环节的作用如下:

(1)比例环节:成比例地反映控制系统的偏差信号 $error(t)$,偏差一旦产生,控制器立即产生作用,以减少偏差。

[0040] (2)积分环节:主要用于消除静差,提高系统的无差度。积分作用的强弱取决于积分时间常数 T_1 , T_1 越大,积分作用越弱,反之则越强。

[0041] (3)微分环节:反应偏差信号的变换趋势(变化速率),并能在偏差信号变得太大之前,在系统中引入一个有效的早期修正信号,从而加快系统的动作速度,减少调节时间。简单来说,PID控制器各校正环节的作用如下:

PID算法计算公式如下

$$PID = K_p * (S_v - X_k) + K_i * \sum_{i=1} (S_v - X_i) + K_d * (E_k - E_{k-1})$$

其中 K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常量, T_d 为微分时间常量。

[0042] 第五,二次采集设备设置在滚轮内部,并设置无线发射通信模块,通过无线发射通信模块向工作台传递数据信息,保证数据传输无线性、及时性、数据准确性。

[0043] 第六,在钻杆内部设置输水细管3,输水细管通入进气孔处,对气孔处钻杆产生的

残渣进行清洗；当不需要清洗时，细管尾部需密封，保持钻杆内气压的稳定，当需要清洗时，打开输水管尾部密封装置。

[0044] 第七，链条机构用来提升和下方滚轮装置参见图2，当探测深度较深需要加长钻杆时，利用链条机构绑在轴承两端，适当的下放和提升滚轮机构至合适位置，松开链条套入新钻杆，重新连接链条提升滚轮装置至适当位置。

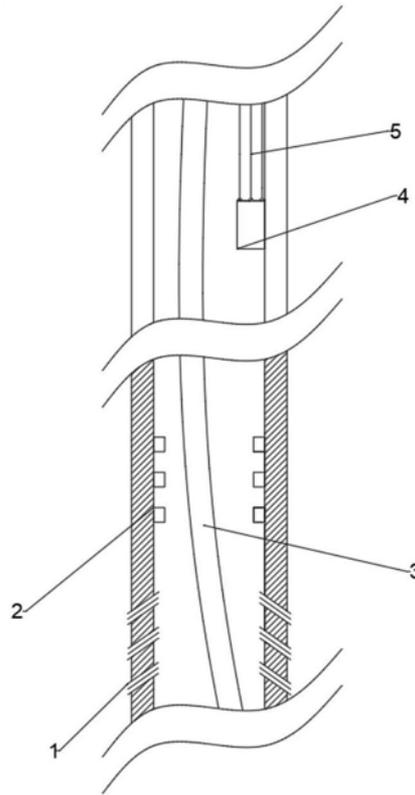


图1

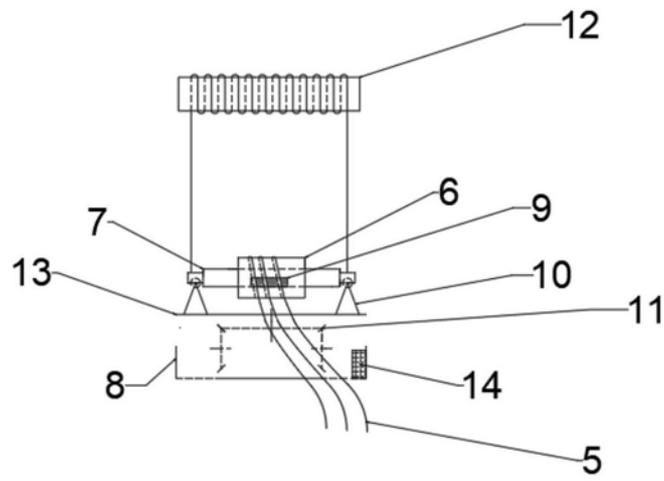


图2

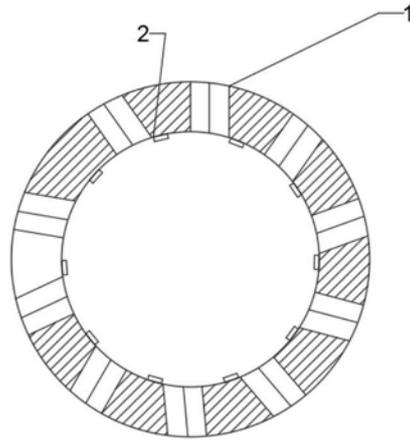


图3

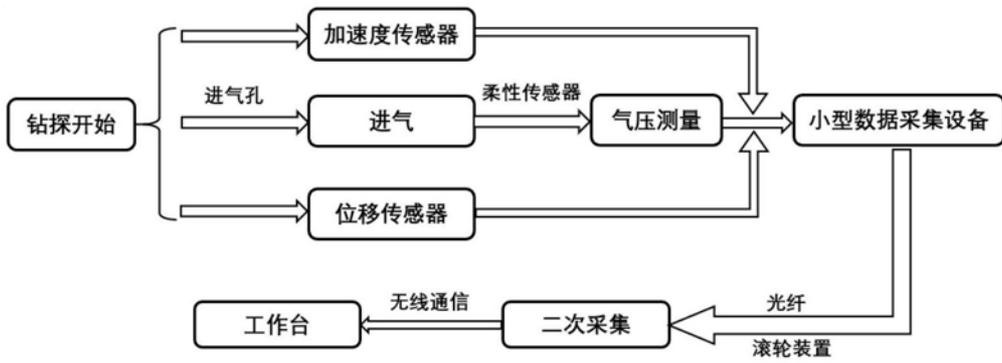


图4

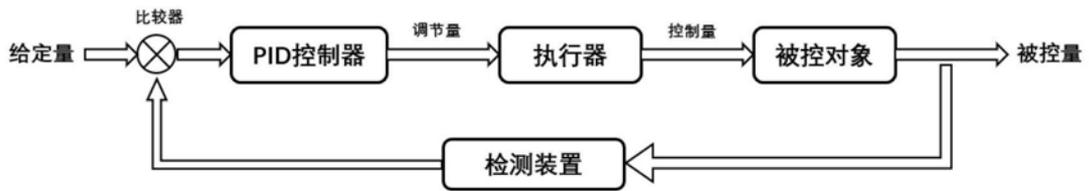


图5