



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105422088 B

(45)授权公告日 2020.02.07

(21)申请号 201510764925.8

(22)申请日 2015.11.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105422088 A

(43)申请公布日 2016.03.23

(73)专利权人 中国煤炭科工集团太原研究院有
限公司

地址 030006 山西省太原市并州南路108号

专利权人 山西天地煤机装备有限公司

(72)发明人 张小刚 赫广杰 郭治富 贾运红
张维果 左岗永 王文华 张晓鹏
李鹏 张强 王威 张东宝 杨旗
张礼才

(74)专利代理机构 太原晋科知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 14110

代理人 任林芳

(51)Int.Cl.

E21B 49/00(2006.01)

E21B 44/00(2006.01)

E21B 45/00(2006.01)

E21B 47/00(2012.01)

E21B 47/12(2012.01)

(56)对比文件

CN 104153762 A,2014.11.19,

CN 103291274 A,2013.09.11,

CN 104806226 A,2015.07.29,

CN 1818337 A,2006.08.16,

CN 201884070 U,2011.06.29,

US 7748932 B2,2010.07.06,

审查员 江定国

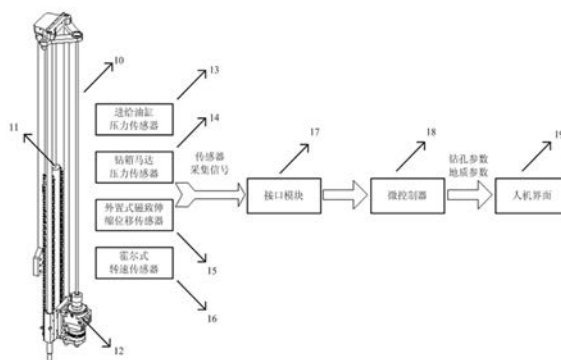
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种煤矿巷道地质参数在线监测系统

(57)摘要

本发明属于地质参数检测测量的技术领域,为了解决现有采用旋转切削法的锚杆钻机无法根据巷道实际地质条件进行合理支护的不足和局限,本发明提供了一种煤矿巷道地质参数在线监测系统,包括传感器检测元件、数据转换模块和人机界面,通过传感器获得的油缸进给力、进给速度、钻箱马达旋转力矩和旋转速度四个钻孔参数,可以方便地识别出岩石裂缝及其位置和厚度、岩层表面界限及其位置和岩石无侧限抗压强度等巷道地质参数,进而对巷道顶板进行硬度分级,并对巷道地质参数进行判断从而调整改善锚护参数和钻孔参数,解决了现有采用旋转切削法的锚杆钻机仅是单纯的锚钻操作,无法根据巷道实际地质条件进行合理支护的不足和局限。



1. 一种煤矿巷道地质参数在线监测系统,包括传感器检测元件、数据转换模块和人机界面(19),其特征在于:所述的传感器检测元件包括进给油缸压力传感器(13)、钻箱马达压力传感器(14)、外置式磁致伸缩位移传感器(15)和霍尔式转速传感器(16),进给油缸压力传感器(13)安装于锚杆钻机(10)的进给油缸(11)进油口处,钻箱马达压力传感器(14)安装于锚杆钻机(10)的钻箱马达(12)进油口处,外置式磁致伸缩位移传感器(15)安装于进给油缸(11)的缸体上,霍尔式转速传感器(16)安装于钻箱马达(12)的壳体上;

所述的数据转换模块包括接口模块(17)和微控制器(18),接口模块(17)将传感器检测元件采集到的钻孔参数隔离转换为电信号,微控制器(18)将经过接口模块(17)转换后的电信号转换为地质参数,并将地质参数发送至人机界面(19)进行显示识别;

所述的地质参数包括岩石裂缝位置及其厚度、岩层表面界限及其位置和岩石无侧限抗压强度,各地质参数的具体识别方法为:

岩石裂缝位置及其厚度,根据钻孔时进给油缸(11)的进给力与锚杆钻机(10)的钻头位置曲线中出现波谷处的进给力下降幅度和回升时间判断,若曲线出现波谷并且两侧对称,且波谷处的进给力下降幅度不少于50%,并且1s内上升至下降前值,则得出该波谷钻孔处存在岩石裂缝,波谷宽度为岩石裂缝厚度;

岩层表面界限及其位置,根据测得的钻箱马达(12)旋转速度求导数得出旋转加速度—钻头位置曲线,位置曲线图中出现跳变信号,则判断存在岩层表面界限,出现跳变信号的钻孔位置即为岩层表面界限;

岩石无侧限抗压强度,根据传感器检测元件所测得的进给油缸(11)进给力F和进给速度PR,以及钻箱马达(12)的旋转力矩T和旋转速度N四个参数计算得出岩石无侧限抗压强度S, $s=f(F,PR,N,T)$ 。

2. 根据权利要求1所述的煤矿巷道地质参数在线监测系统,其特征在于:所述进给油缸(11)的缸体外壁设有链传动装置(22),外置式磁致伸缩位移传感器(15)通过滑块(25)与链传动装置(22)连接,外置式磁致伸缩位移传感器(15)上设有测杆安装座(24),测杆安装座(24)安装于锚杆钻机(10)的框架上。

3. 根据权利要求1所述的煤矿巷道地质参数在线监测系统,其特征在于,所述的钻孔参数包括:

进给油缸(11)的进给力,由进给油缸压力传感器(13)测得;

进给油缸(11)的进给速度,通过对锚杆钻机(10)的钻头位置求导数获得,钻头位置由外置式磁致伸缩位移传感器(15)测得;

钻箱马达(12)的旋转力矩T,由钻箱马达(12)的进油口压力差值 Δp 和排量q计算获得:

$$T = \frac{q \times \Delta p}{20\pi}$$

, 钻箱马达(12)进油口压力差值 Δp 通过钻箱马达压力传感器(14)测得;

得;

钻箱马达(12)的旋转速度,由霍尔式转速传感器(16)测得。

4. 根据权利要求1所述的煤矿巷道地质参数在线监测系统,其特征在于:所述岩石裂缝位置及其厚度,根据钻孔时进给油缸(11)的进给力与锚杆钻机(10)的钻头位置曲线中出现波谷处的进给力下降幅度和回升时间判断,若曲线出现波谷并且两侧对称,且波谷处的进

给力下降幅度不少于50%，并且1s内上升至下降前值，则得出该波谷钻孔处存在岩石裂缝，波谷宽度为岩石裂缝厚度；替换为根据钻箱马达(12)进给速度—钻头位置曲线中的速度波峰来判断，若出现波峰并且两侧对称、波峰处的进给速度上升幅度不少于40%、2s内下降至上升前值，则判断存在岩石裂缝，波峰宽度为岩石裂缝厚度。

5. 根据权利要求1所述的煤矿巷道地质参数在线监测系统，其特征在于：钻头位置参数采用指数数据平滑的采样方法，确定某点数值X，采用该数值邻域的前后各5个数值，按照不同权重比加权得到：

$$x_i^* = \sum_{j=-5}^{+5} w_j x_{i+j}$$

其中： x_i^* 数据平滑后第i点的数值；

x_{i+j} 当前值第i点前后j点的数值；

w_j 当前值第i点前后j点数值所占权重。

6. 根据权利要求5所述的煤矿巷道地质参数在线监测系统，其特征在于：所述5个数值相对X点由远至近的权重范围为0.87%—18.7%。

一种煤矿巷道地质参数在线监测系统

技术领域

[0001] 本发明属于地质参数检测测量的技术领域,具体涉及一种煤矿巷道地质参数在线监测系统。

背景技术

[0002] 目前,煤矿井下巷道普遍采用锚杆支护,常用支护方式有人工手钻和液压锚杆钻机,但锚护参数设计仍沿用工程类比法、经验公式法等传统方法,常出现过锚护或欠锚护情况,过锚护造成浪费并降低效率,欠锚护使得巷道变形过大甚至造成危险;此外,液压锚杆钻机钻孔参数通常设定后不再更改,只有在出现故障后才人为调整参数,存在钻孔连续性差、钻孔效率低和钻头使用寿命短等问题。

[0003] 而目前使用的煤矿井下的参数监测系统,如申请号为201210186144.1的煤矿井下坑道钻机多终端参数监测系统,只能实现对井下参数的(压力、油箱液位、油液温度、回转转速等)监测和采集,即该系统的主要作用是监控,并不能通过钻机参数判断井下岩石的状态即参数,从而无法进一步智能调整井下锚护参数。

发明内容

[0004] 本发明为了能及时修正锚护参数和钻孔参数,避免出现过锚护或欠锚护的情况,提供了一种煤矿巷道地质参数在线监测系统。

[0005] 本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种煤矿巷道地质参数在线监测系统,包括传感器检测元件、数据转换模块和人机界面,所述的传感器检测元件包括进给油缸压力传感器、钻箱马达压力传感器、外置式磁致伸缩位移传感器和霍尔式转速传感器,进给油缸压力传感器安装于锚杆钻机的进给油缸进油口处,钻箱马达压力传感器安装于锚杆钻机的钻箱马达进油口处,外置式磁致伸缩位移传感器安装于进给油缸的缸体上,霍尔式转速传感器安装于钻箱马达的壳体上;

[0007] 所述的数据转换模块包括接口模块和微控制器,接口模块将传感器检测元件采集到的钻孔参数隔离转换为电信号,微控制器将经过接口模块转换后的电信号转换为地质参数,并将地质参数发送至人机界面进行显示识别。

[0008] 所述进给油缸的缸体外壁设有链传动装置,外置式磁致伸缩位移传感器通过滑块与链传动装置连接,外置式磁致伸缩位移传感器上设有测杆安装座,测杆安装座安装于锚杆钻机的框架上。

[0009] 所述的钻孔参数包括:

[0010] 进给油缸的进给力,由进给油缸压力传感器测得;

[0011] 进给油缸的进给速度,通过对锚杆钻机的钻头位置求导数获得,钻头位置由外置式磁致伸缩位移传感器测得;

[0012] 钻箱马达的旋转力矩 M ,由钻箱马达的进油口压力差值和排量 q 计算获得:,钻箱马达进油口压力差值 Δp 通过钻箱马达压力传感器测得;

[0013] 钻箱马达的旋转速度,由霍尔式转速传感器测得。

[0014] 所述的地质参数包括岩石裂缝位置及其厚度、岩层表面界限及其位置和岩石无侧限抗压强度,各地质参数的具体识别方法为:

[0015] 岩石裂缝位置及其厚度,根据钻孔时进给油缸的进给力与锚杆钻机的钻头位置曲线中出现波谷处的进给力下降幅度和回升时间判断,若曲线出现波谷并且两侧对称,且波谷处的进给力下降幅度不少于50%,并且1s内上升至下降前值,则得出该波谷钻孔处存在岩石裂缝,波谷宽度为岩石裂缝厚度;

[0016] 岩层表面界限及其位置,根据测得的钻箱马达旋转速度求导数得出旋转加速度—钻头位置曲线,位置曲线图中出现跳变信号,则判断存在岩层表面界限,出现跳变信号的钻孔位置即为岩层表面界限;

[0017] 岩石无侧限抗压强度,根据传感器检测元件所测得的进给油缸进给力F和进给速度PR,以及钻箱马达的旋转力矩T和旋转速度N四个参数计算得出岩石无侧限抗压强度S,
 $s = f(F, PR, N, T)$ 。

[0018] 所述岩石裂缝位置及其厚度还可根据钻箱马达进给速度—钻头位置曲线中的速度波峰来判断,若出现波峰并且两侧对称、波峰处的进给速度上升幅度不少于40%、2s内下降至上升前值,则判断存在岩石裂缝,波峰宽度为岩石裂缝厚度。

[0019] 所述钻头位置参数采用指数数据平滑的采样方法,确定某点数值X,采用该数值邻域的前后各5个数值,按照不同权重比加权得到:

$$[0020] \quad x_i^* = \sum_{j=-5}^{+5} w_j x_{i+j}$$

[0021] 其中: x_i^* 数据平滑后第i点的数值;

[0022] x_{i+j} 当前值第i点前后j点的数值;

[0023] w_j 当前值第i点前后j点数值所占权重。

[0024] 所述5个数值相对X点由远至近的权重范围为0.87%—18.7%。

[0025] 本发明具有如下有益效果:

[0026] 1、本发明所述监测系统通过进给油缸进给力、进给速度、钻箱马达旋转力矩和旋转速度四个钻孔参数,可以快速方便地识别出岩石裂缝位置及厚度、岩层表面界限及其位置和岩石无侧限抗压强度等巷道地质参数,进而对巷道顶板进行硬度分级,并对巷道地质参数进行判断,从而调整改善锚护参数和钻孔参数,解决了现有采用旋转切削法的锚杆钻机仅是单纯的锚钻操作,无法根据巷道实际地质条件进行合理支护的不足和局限;

[0027] 2、所述系统通过传感器检测元件和数据转换模块直接将采集的数据信号转换显示于锚杆钻车驾驶操作室内的人机界面上,为智能锚钻控制过程,避免了因工作人员施工地操作过程中存在的安全问题;

[0028] 3、本发明采用了数据平滑和采样的数据处理过程,可消除数据过度波动和克服数据采集过密的问题,数据处理精确度高;

[0029] 4、本发明系统可在现有的锚杆钻机上加装相应的传感器,并配置数据转换模块和

人机界面界面即可实现,适于在煤矿等地质施工领域推广使用。

附图说明

[0030] 图1为本发明检测系统框图;

[0031] 图2为外置式磁致伸缩位移传感器的安装示意图;

[0032] 图3为霍尔式转速传感器的安装示意图;

[0033] 图4为进给油缸进给力—钻头位置的曲线图;

[0034] 图5为数据处理后的旋转加速度—钻头位置曲线图;

[0035] 图6为岩石无侧限抗压强度云图;

[0036] 图中:10-锚杆钻机、11-进给油缸、12-钻箱马达、13-进给油缸压力传感器、14-钻箱马达压力传感器、15-外置式磁致伸缩位移传感器、16-霍尔式转速传感器、17-接口模块、18-微控制器、19-人机界面、22-链传动装置、24-测杆安装座、25-滑块。

具体实施方式

[0037] 结合附图,对本发明的具体实施方式作进一步说明:

[0038] 如图1所示的煤矿巷道地质参数在线监测系统,包括传感器检测元件、数据转换模块和人机界面19,所述的传感器检测元件包括安装于锚杆钻机10上的进给油缸压力传感器13、钻箱马达压力传感器14、外置式磁致伸缩位移传感器15和霍尔式转速传感器16,进给油缸压力传感器13安装于锚杆钻机10的进给油缸11进油口处,钻箱马达压力传感器14安装于锚杆钻机10的钻箱马达12的A口和B口处,外置式磁致伸缩位移传感器15安装于进给油缸11的缸体上,霍尔式转速传感器16安装于钻箱马达12的壳体上。

[0039] 如图2所示,所述进给油缸11的缸体外壁设有链传动装置22,外置式磁致伸缩位移传感器15通过滑块25与链传动装置22连接,外置式磁致伸缩位移传感器15上设有测杆安装座24,测杆安装座24安装于锚杆钻机10的框架上。进给油缸11动作时,带动链传动装置22带动外置式磁致伸缩位移传感器15运动,从而利用外置式磁致伸缩位移传感器15测得进给油缸11锚杆钻机的钻头位置。

[0040] 所述的数据转换模块包括接口模块17和微控制器18,接口模块17将传感器检测元件采集输出的钻孔参数隔离转换为微控制器18能处理的电信号,微控制器18接收接口模块17处理后的电信号并进行计算机处理,根据设定好的程序将经过接口模块17转换后的电信号转换为工程量形式的地质参数,并将地质参数以数字和云图形式发送至人机界面19进行显示识别。

[0041] 本发明系统通过传感器获得的系统参数(钻孔参数)包括:

[0042] 进给油缸11的进给力,由进给油缸压力传感器13获得;

[0043] 进给油缸11的进给速度,通过对锚杆钻机10的钻头位置求导数获得,所述钻头位置由外置式磁致伸缩位移传感器15获得;

[0044] 钻箱马达12的旋转力矩,由钻箱马达12的进油口(A口和B口)压力差值 Δp 和排量 q 计算获得,压力差值 Δp 通过钻箱马达压力传感器14获得;

[0045] 钻箱马达12的旋转速度,由霍尔式转速传感器16获得。

[0046] 其中,系统数据处理过程包括数据平滑和采样,主要用于消除数据过度波动和克

服数据采集过密的问题。

[0047] 数据平滑方法采用指数数据平滑法,即确定某点数值采用其邻域10个值(两侧各五个)按照不同权重比(最远0.87%到最近18.7%)加权得到:

$$[0048] \quad x_i^* = \sum_{j=-5}^{+5} w_j x_{i+j}$$

[0049] 其中: x_i^* 数据平滑后第i点的数值, x_{i+j} 当前值第i点前后j点的数值, w_j 当前值第i点前后j点数值所占权重。

[0050] 监控系统采样时间设定为100ms,已经完全满足该系统要求,但是后期数据处理会导致求取衍生参数精确性问题。经过数据平滑处理,钻头位置参数已经修正,但是一些大的错误仍然存在于钻头位置数据中。当数据特别密集时,如钻孔速度缓慢,相邻数据的差值(dx)很小,这样钻头位置数据如出现错误则其导数错误将会非常明显。为此,在钻头位置参数(x)处理上应用数据采样,即从几个记录数据中提取一个记录数据。经过数据采样后,位置变化量(dx)增大了,这样就减小了出错概率。

[0051] 所述系统识别的地质参数包括:岩石裂缝位置及其厚度、岩层表面界限及其位置和岩石无侧限抗压强度。

[0052] 岩石裂缝位置及其厚度识别:当钻孔遇到岩石裂缝时,钻孔参数进给油缸进给力立即下降至少50%,并且1s内上升至下降前值,绘制出进给油缸进给力—钻头位置曲线,如曲线出现波谷并且两侧对称则判断存在岩石裂缝,根据波谷宽度即可识别岩石裂缝厚度,根据波谷出现位置即可识别岩石裂缝位置。如图4所示的进给力—钻头位置曲线,曲线中出现三处明显的进给压力下降后反弹情形,即波谷(41、42、43),据此可以判定在波谷出现位置(A、B、C)岩石存在裂缝,根据波谷宽度(44、45、46)可以求出岩石裂缝尺寸。此外,还可以通过进给速度波峰来进行判定,即绘制出钻箱进给速度—钻头位置曲线,如曲线出现波峰并且两侧对称则判断存在岩石裂缝,根据波峰宽度即可识别出裂缝厚度,根据波峰出现位置即可识别岩石裂缝位置。

[0053] 岩层表面界限及其位置识别:该过程主要用于鉴别力学强度差别较大的岩层表面界限,对于力学强度接近的岩层表面界限不进行识别。根据钻孔参数(进给油缸进给力、进给速度,钻箱马达旋转力矩和旋转速度)无法识别出岩层表面界限,分析实验数据发现钻箱马达旋转加速度是识别岩层表面界限的最佳参数。例如:当钻头遇到力学强度大的岩石和力学强度小的岩石表面界限时,旋转加速度—钻头位置曲线会出现明显的跳变,据此可以识别存在岩层表面界限,根据跳变信号出现位置即可识别岩石表面界限位置。如图5所示的旋转加速度—钻头位置曲线,在曲线中出现七处旋转加速度跳变(51、52、53、54、55、56、57),据此可以判定在旋转加速度跳变处(A、B、C、D、E、F、G)存在岩层表面界限。

[0054] 岩石无侧限抗压强度识别:该过程通过常规钻孔参数包括进给油缸进给力、进给速度、钻箱马达旋转力矩和旋转速度,从理论上计算出无侧限抗压强度,克服了过去学者利用经验法求取抗压强度准确性不足的问题,计算方法如式(1)所示:

$$[0055] \quad s = f(F, PR, N, T) \quad (1)$$

[0056] 式中:

[0057] s是无侧限抗压强度，

[0058] F是进给油缸进给力，

[0059] PR是进给油缸进给速度，

[0060] N是钻箱旋转速度，

[0061] T是旋转力矩。

[0062] 至此，通过钻孔参数（进给油缸进给力、进给速度，钻箱马达旋转力矩和旋转速度）可以方便地识别出巷道地质参数，包括岩石裂缝及其位置和厚度、岩层表面界限及其位置和岩石无侧限抗压强度。再通过人机界面19实时显示钻孔参数，并显示如图6所示的岩石无侧限抗压强度云图，根据图中显示的无侧限抗压强度色彩对照表（61）、钻头位置（62）和岩石沿钻孔径向无侧限抗压强度云图（63），可以清楚观察岩石强度分布趋势，以便供操作人员参考选择合理的锚护参数和钻孔参数。

[0063] 本发明根据进给油缸进给力、进给速度、钻箱马达旋转力矩、旋转速度四个钻孔常规技术参数和地质参数之间的内在联系，发明了一种煤矿巷道地质参数在线监测系统，该监测系统根据锚杆钻机进给油缸进给力判断是否存在岩石裂缝及其所在位置和厚度，根据旋转加速度判断是否存在岩层表面界限及其所在位置，根据进给油缸进给力、进给速度、钻箱旋转力矩和旋转速度理论上计算出无侧限抗压强度，进而可以对巷道顶板进行硬度分级，并通过人机界面显示锚杆钻机技术参数和无侧限抗压强度云图。

[0064] 本发明通过在锚护过程中对围岩稳定性和强度进行实时监测分析、预测顶板状态，为修正锚护参数和钻孔参数提供依据，真正实现锚护参数和钻孔参数的动态设计。今后，巷道支护技术将逐步淘汰落后的人工锚钻和劳动强度大的液压锚杆钻车，取而代之的是智能化锚钻，本发明为智能锚护提供地质参数在线监测系统，将推动智能化锚钻支护技术发展，为巷道智能锚护提供较高的实用价值和经济价值。

[0065] 其中，本发明未作特殊说明的构件或模块等均为现有技术。

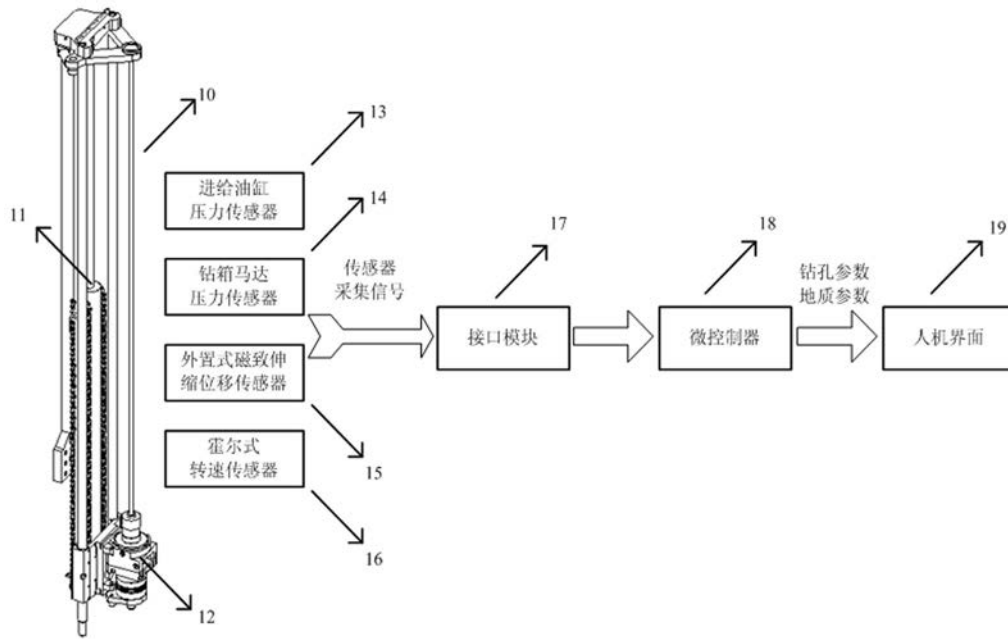


图1

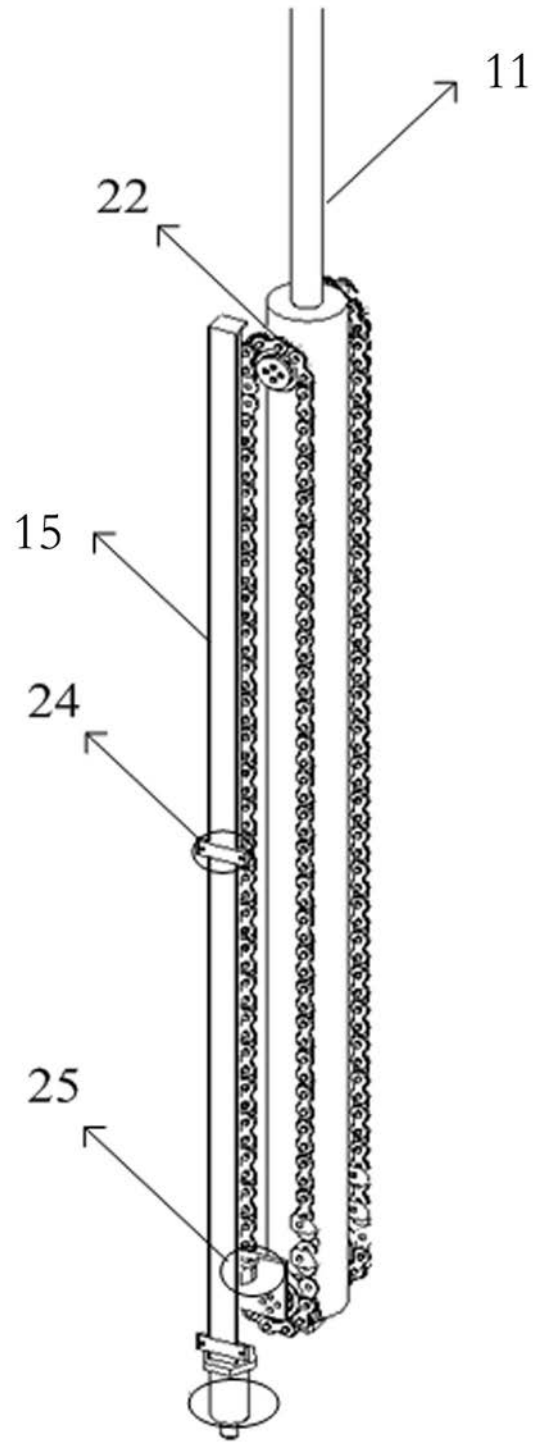


图2

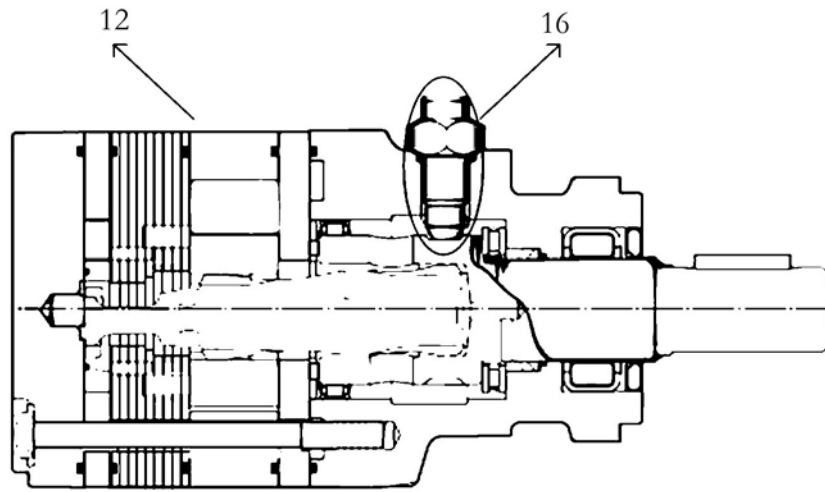


图3

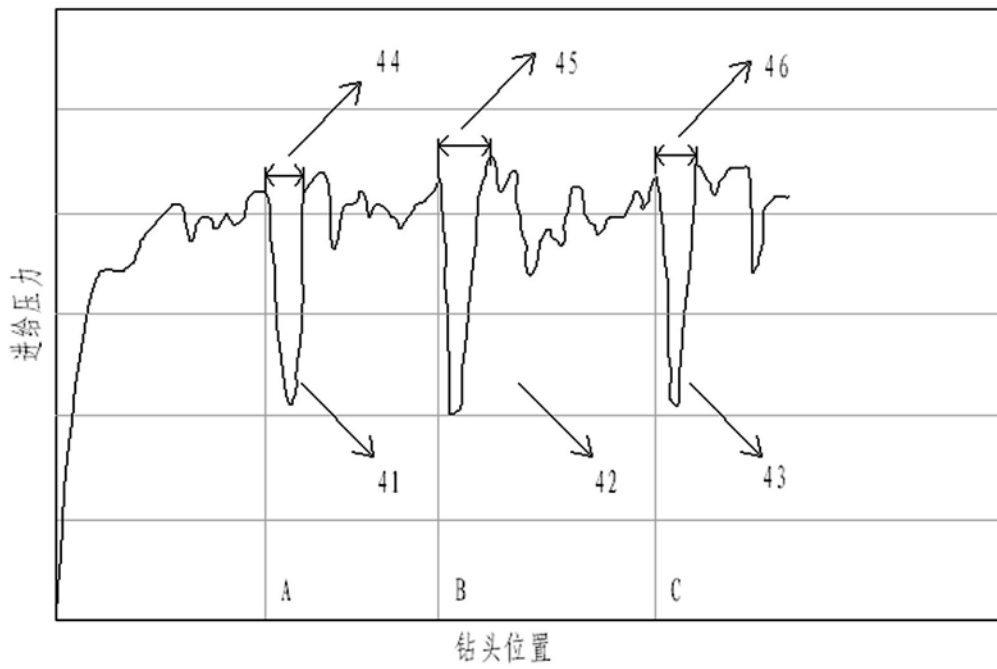


图4

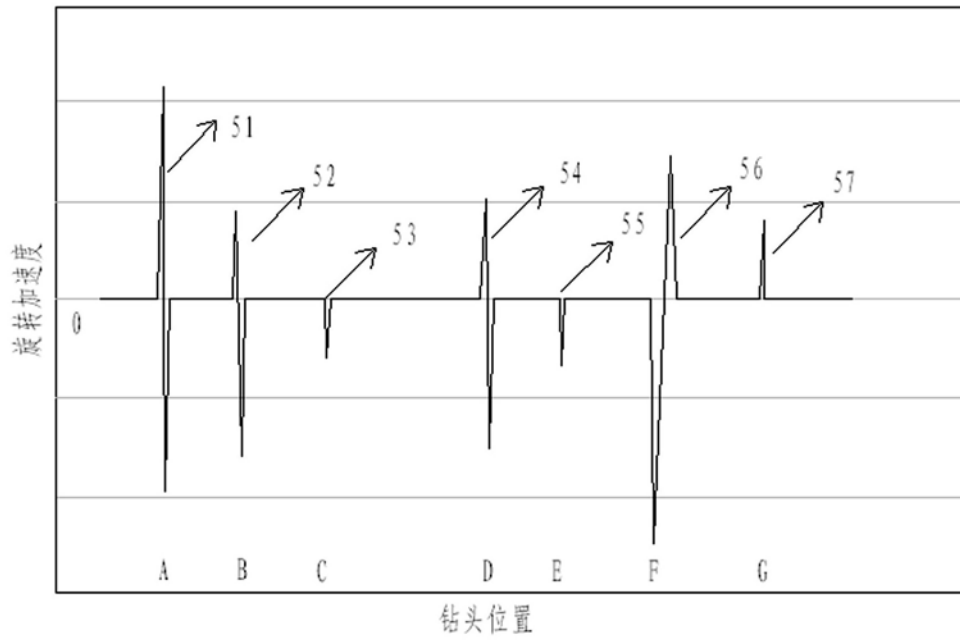


图5

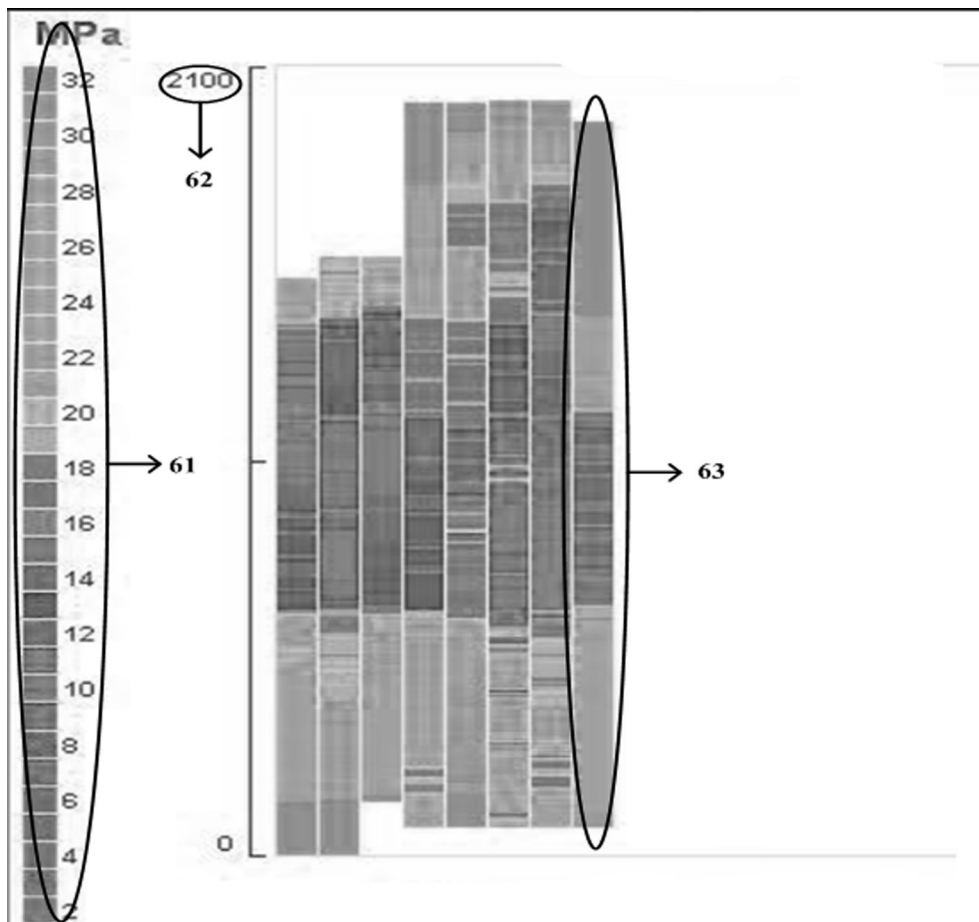


图6