



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108981650 A

(43)申请公布日 2018.12.11

(21)申请号 201810845530.4

(22)申请日 2018.07.27

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221000 江苏省徐州市大学路1号

(72)发明人 谭超 孙君令 王忠宾 杨玉平

刘婷 满溢桥 武子清

(74)专利代理机构 徐州市淮海专利事务所

32205

代理人 张旭

(51)Int.Cl.

G01C 1/00(2006.01)

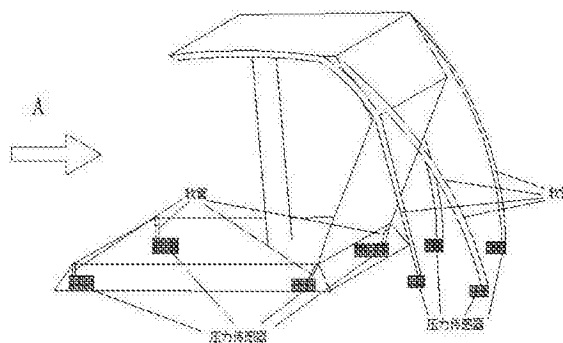
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种用于液压支架姿态检测的装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于液压支架姿态检测的装置及方法,包括数据采集装置、信号传输模块、信号处理模块和显示模块,通过压力传感器测量水柱压力进而确定软管的垂直高度,由此分别得出液压支架矩形顶板四个角的铅直高度差和矩形底板四个角的铅直高度差,然后通过铅直高度差及已知矩形底板和矩形顶板的长边及宽边长度,利用三角函数得出矩形底板的长边倾斜姿态角和宽边倾斜姿态角及矩形顶板的长边倾斜姿态角和宽边倾斜姿态角,最后通过上述两种角度分别做差值,得出矩形顶板相对矩形底板的长边倾斜姿态角和宽边倾斜姿态角;最终实现对液压支架顶板及底板的实时姿态检测。本发明能精确检测液压支架的实时姿态角,从而保证液压支架的稳定运行。



CN 108981650 A

1. 一种用于液压支架姿态检测的装置,其特征在于,包括数据采集装置、信号传输模块、信号处理模块、显示模块和电源模块;数据采集装置为八个,所述数据采集装置由软管和压力传感器组成,压力传感器固定在软管的一端、另一端封堵,软管内充满水;其中四个数据采集装置中的软管封堵端分别固定在液压支架矩形底板的四角下部,四个数据采集装置中的压力传感器处于巷道地面上;另外四个数据采集装置中的软管封堵端分别固定在液压支架矩形顶板的四角下部,四个数据采集装置中的压力传感器处于巷道地面上;各个压力传感器均通过信号传输模块与信号处理模块连接,信号处理模块与显示模块连接,电源模块为数据采集装置、信号处理模块和显示模块供电。

2. 根据权利要求1所述的一种用于液压支架姿态检测的装置,其特征在于,所述信号处理模块为单片机STM32。

3. 根据权利要求1所述的一种用于液压支架姿态检测的装置,其特征在于,八个压力传感器均处在巷道内的同一水平面上。

4. 根据权利要求1所述的一种用于液压支架姿态检测的装置,其特征在于,所述显示模块为液晶显示屏。

5. 一种根据权利要求1所述的用于液压支架姿态检测装置的检测方法,其特征在于,具体步骤为:

(1) 将处于液压支架矩形底板的四个压力传感器和处于液压支架矩形顶板的四个压力传感器分别进行编号后在信号处理模块内进行存储;

(2) 信号处理模块通过信号传输模块实时接收处于液压支架矩形底板的四个压力传感器和处于液压支架矩形顶板的四个压力传感器的压力值;根据各个压力传感器测得压力值确定所对应各个软管的垂直高度,从而分别得出液压支架矩形底板四个角和液压支架矩形顶板四个角的高度值;具体的高度计算公式为:

$$P = gV\rho$$

其中, $P$ 为压力传感器的压力值, $\rho$ 为水的密度, $g$ 为重力加速度, $V$ 为压力传感器所对应软管的垂直高度体积;由于 $V = Sh$ ,其中 $S$ 为软管内径的截面积, $h$ 为软管的垂直高度;进而可得出软管垂直高度 $h$ 的计算公式为:

$$h = P / (g\rho S);$$

(3) 根据液压支架矩形底板四个角之间的铅直高度差值,确定液压支架矩形底板的长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ ;具体为:先确定矩形底板四个角中高度值 $h_1$ 最低的角所对应的编号,然后确定与其处在同一矩形底板长边的另一角高度值 $h_2$ ;根据如下公式得出长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ :

$$\alpha_1 = \arctan (h_2 - h_1) / L_a;$$

其中, $L_a$ 为已知矩形底板长边的长度;

然后,确定与其处在同一矩形底板宽边的另一角高度值 $h_3$ ;根据如下公式得出宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ :

$$\alpha_2 = \arctan (h_3 - h_1) / L_b;$$

其中, $L_b$ 为已知矩形底板宽边的长度;

(4) 根据液压支架矩形顶板四个角之间的铅直高度差值,确定液压支架矩形顶板的长边倾斜姿态角 $\beta_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\beta_2$ ;具体计算过程与步骤(3)相同;

(5) 通过步骤(4)得出的液压支架矩形顶板的长边倾斜姿态角 $\beta_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\beta_2$ 分别与步骤(3)得出的液压支架矩形底板的长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ 之间的差值,分别得出液压支架矩形顶板相对矩形底板的长边倾斜姿态角 $\gamma_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\gamma_2$ ;

(6) 信号处理模块将得出的姿态角 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 均通过显示模块进行显示。

## 一种用于液压支架姿态检测的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于液压支架姿态检测的装置及方法,属于液压支架检测技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着能源技术的快速发展,我国的能源结构逐渐走向多样化、合理化,虽然煤炭在我国能源中所占的比例有所下降,但仍然不影响煤炭作为我国主体能源的地位。在煤炭生产中,液压支架是综采机械化采煤的重要设备,液压支架是以高压液压油为支撑动力,在煤炭井下,起到支撑保护的作用。在现如今的煤炭开采中,应用极其广泛。

[0003] 煤矿综采自动化正在向着无人化,少人化的方向发展,为了实现安全开发,需要对于液压支架的姿态进行监测,防止液压支架动作失误对煤炭开采造成重大的安全问题和经济损失,轻则会影响工作进度,降低工作效率,严重就会造成液压支架损坏,造成人员伤亡。目前对于液压支架顶、底板的姿态检测已经有了大量的监测方法,多采用倾角传感器,捷联惯导等方式。但是都存在一定的的问题。如采用倾角传感器检测顶、底板液压支架姿态角度检测其倾角误差会累积增大,且倾角传感器进行液压支架姿态检测对于角度的突变会失真,且精度普遍不高。而精确的实现液压支架顶、底板姿态角度的监测,对于液压支架智能化和无人化有着重要的意义。如何针对液压支架的实时姿态角进行精确的监测,是本行业亟需解决的技术问题。

### 发明内容

[0004] 针对上述现有技术存在的问题,本发明提供一种用于液压支架姿态检测的装置及方法,能精确检测液压支架的实时姿态角,从而保证液压支架的稳定运行。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种用于液压支架姿态检测的装置,包括数据采集装置、信号传输模块、信号处理模块、显示模块和电源模块;数据采集装置为八个,所述数据采集装置由软管和压力传感器组成,压力传感器固定在软管的一端、另一端封堵,软管内充满水,软管的长度大于液压支架矩形顶板的最大高度;其中四个数据采集装置中的软管封堵端分别固定在液压支架矩形底板的四角下部,四个数据采集装置中的压力传感器处于巷道地面上;另外四个数据采集装置中的软管封堵端分别固定在液压支架矩形顶板的四角下部,四个数据采集装置中的压力传感器处于巷道地面上;各个压力传感器均通过信号传输模块与信号处理模块连接,信号处理模块与显示模块连接,电源模块为数据采集装置、信号处理模块和显示模块供电;。

[0006] 进一步,所述信号处理模块为单片机STM32。

[0007] 进一步,八个压力传感器均处在巷道内的同一水平面上。

[0008] 进一步,所述显示模块为液晶显示屏。

[0009] 一种用于液压支架姿态检测装置的检测方法,具体步骤为:

[0010] (1) 将处于液压支架矩形底板的四个压力传感器和处于液压支架矩形顶板的四个

压力传感器分别进行编号后在信号处理模块内进行存储；

[0011] (2) 信号处理模块通过信号传输模块实时接收处于液压支架矩形底板的四个压力传感器和处于液压支架矩形顶板的四个压力传感器的压力值；根据各个压力传感器测得压力值确定所对应各个软管的垂直高度，从而分别得出液压支架矩形底板四个角和液压支架矩形顶板四个角的高度值；具体的高度计算公式为：

$$[0012] \quad P = gV\rho$$

[0013] 其中， $P$ 为压力传感器的压力值， $\rho$ 为水的密度， $g$ 为重力加速度， $V$ 为压力传感器所对应软管的垂直高度体积；由于 $V = Sh$ ，其中 $S$ 为软管内径的截面积， $h$ 为软管的垂直高度（由于水的压力仅与压强和压力面积相关，在压力面积一定的情况下，压强变化则导致压力变化，而水管内的压强变化则仅与距巷道地面垂直高度相关，因此水管的弯曲长度并不影响水管内的压力变化情况）；进而可得出软管垂直高度 $h$ 的计算公式为：

$$[0014] \quad h = P / (g\rho S) ;$$

[0015] (3) 根据液压支架矩形底板四个角之间的铅直高度差值，确定液压支架矩形底板的长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ ；具体为：先确定矩形底板四个角中高度值 $h_1$ 最低的角所对应的编号，然后确定与其处在同一矩形底板长边的另一角高度值 $h_2$ ；根据如下公式得出长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ ：

$$[0016] \quad \alpha_1 = \arctan (h_2 - h_1) / L_a ;$$

[0017] 其中， $L_a$ 为已知矩形底板长边的长度；

[0018] 然后，确定与其处在同一矩形底板宽边的另一角高度值 $h_3$ ；根据如下公式得出宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ ：

$$[0019] \quad \alpha_2 = \arctan (h_3 - h_1) / L_b ;$$

[0020] 其中， $L_b$ 为已知矩形底板宽边的长度；

[0021] (4) 根据液压支架矩形顶板四个角之间的铅直高度差值，确定液压支架矩形顶板的长边倾斜姿态角 $\beta_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\beta_2$ ；具体计算过程与步骤(3)相同；

[0022] (5) 由于液压支架整体处于矩形底板上，因此当底板相对巷道地面具有倾斜角度时，液压支架整体也会有相应的倾斜角度，因此为了得出矩形顶板相对与矩形底板的倾斜角度，通过步骤(4)得出的液压支架矩形顶板的长边倾斜姿态角 $\beta_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\beta_2$ 分别与步骤(3)得出的液压支架矩形底板的长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ 之间的差值，分别得出液压支架矩形顶板相对矩形底板的长边倾斜姿态角 $\gamma_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\gamma_2$ ；

[0023] (6) 信号处理模块将得出的姿态角 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 均通过显示模块进行显示。

[0024] 与现有技术相比，本发明采用数据采集装置、信号传输模块、信号处理模块、显示模块和电源模块相结合方式，通过压力传感器测量水柱压力进而确定软管的垂直高度，由此分别得出液压支架矩形顶板四个角的铅直高度差和矩形底板四个角的铅直高度差，然后通过铅直高度差及已知矩形底板和矩形顶板的长边及宽边长度，利用三角函数可得出液压支架矩形底板的长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ 及液压支架矩形顶板的长边倾斜姿态角 $\beta_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\beta_2$ ，最后通过上述两种角度分别做差值，得出液压支架矩形顶板相对矩形底板的长边倾斜姿态角 $\gamma_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\gamma_2$ ；最终实现对液压支架顶板及底板的实时姿态检测，本发明每次检测均为重新读取实时压力值，因此检测过程无累积误差产生，从而能精确检测液压支架顶板及底板的实时姿态，进而保证液压支架的稳定运行。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明装配后的结构示意图；

[0026] 图2是本发明的测算原理图；

[0027] 图3是图1中液压支架矩形底板和矩形顶板的A向简化示图。

## 具体实施方式

[0028] 下面将对本发明作进一步说明。

[0029] 如图所示,一种用于液压支架姿态检测的装置,包括数据采集装置、信号传输模块、信号处理模块、显示模块和电源模块;数据采集装置为八个,所述数据采集装置由软管和压力传感器组成,压力传感器固定在软管的一端、另一端封堵,软管内充满水;其中四个数据采集装置中的软管封堵端分别固定在液压支架矩形底板的四角下部,四个数据采集装置中的压力传感器处于巷道地面上;另外四个数据采集装置中的软管封堵端分别固定在液压支架矩形顶板的四角下部,四个数据采集装置中的压力传感器处于巷道地面上;各个压力传感器均通过信号传输模块与信号处理模块连接,信号处理模块与显示模块连接,电源模块为数据采集装置、信号处理模块和显示模块供电。

[0030] 进一步,所述信号处理模块为单片机STM32。

[0031] 进一步,八个压力传感器均处在巷道内的同一水平面上。

[0032] 进一步,所述显示模块为液晶显示屏。

[0033] 一种用于液压支架姿态检测装置的检测方法,具体步骤为:

[0034] (1)将处于液压支架矩形底板的四个压力传感器和处于液压支架矩形顶板的四个压力传感器分别进行编号后在信号处理模块内进行存储;

[0035] (2)信号处理模块通过信号传输模块实时接收处于液压支架矩形底板的四个压力传感器和处于液压支架矩形顶板的四个压力传感器的压力值;根据各个压力传感器测得压力值确定所对应各个软管的垂直高度,从而分别得出液压支架矩形底板四个角和液压支架矩形顶板四个角的高度值;具体的高度计算公式为:

$$[0036] \quad P = gV\rho$$

[0037] 其中,P为压力传感器的压力值, $\rho$ 为水的密度,g为重力加速度,V为压力传感器所对应软管的垂直高度体积;由于 $V = Sh$ ,其中S为软管内径的截面积,h为软管的垂直高度;进而可得出软管垂直高度h的计算公式为:

$$[0038] \quad h = P / (g\rho S);$$

[0039] (3)根据液压支架矩形底板四个角之间的铅直高度差值,确定液压支架矩形底板的长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ 和宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ ;具体为:先确定矩形底板四个角中高度值 $h_1$ 最低的角所对应的编号,然后确定与其处在同一矩形底板长边的另一角高度值 $h_2$ ;根据如下公式得出长边倾斜姿态角 $\alpha_1$ :

$$[0040] \quad \alpha_1 = \arctan (h_2 - h_1) / L_a;$$

[0041] 其中, $L_a$ 为已知矩形底板长边的长度;

[0042] 然后,确定与其处在同一矩形底板宽边的另一角高度值 $h_3$ ;根据如下公式得出宽边倾斜姿态角 $\alpha_2$ :

[0043]  $\alpha_2 = \arctan(h_3 - h_1) / L_b$ ;

[0044] 其中,  $L_b$  为已知矩形底板宽边的长度;

[0045] (4) 根据液压支架矩形顶板四个角之间的铅直高度差值, 确定液压支架矩形顶板的长边倾斜姿态角  $\beta_1$  和宽边倾斜姿态角  $\beta_2$ ; 具体计算过程与步骤 (3) 相同;

[0046] (5) 通过步骤 (4) 得出的液压支架矩形顶板的长边倾斜姿态角  $\beta_1$  和宽边倾斜姿态角  $\beta_2$  分别与步骤 (3) 得出的液压支架矩形底板的长边倾斜姿态角  $\alpha_1$  和宽边倾斜姿态角  $\alpha_2$  之间的差值, 分别得出液压支架矩形顶板相对矩形底板的长边倾斜姿态角  $\gamma_1$  和宽边倾斜姿态角  $\gamma_2$ ; 由于矩形顶板相对地面的倾斜角度与矩形底板相对地面的倾斜角度并不是同步转动, 因此两者差值  $\gamma_1$  和  $\gamma_2$  值可能为正, 也可能为负。

[0047] (6) 信号处理模块将得出的姿态角  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  均通过显示模块进行显示。

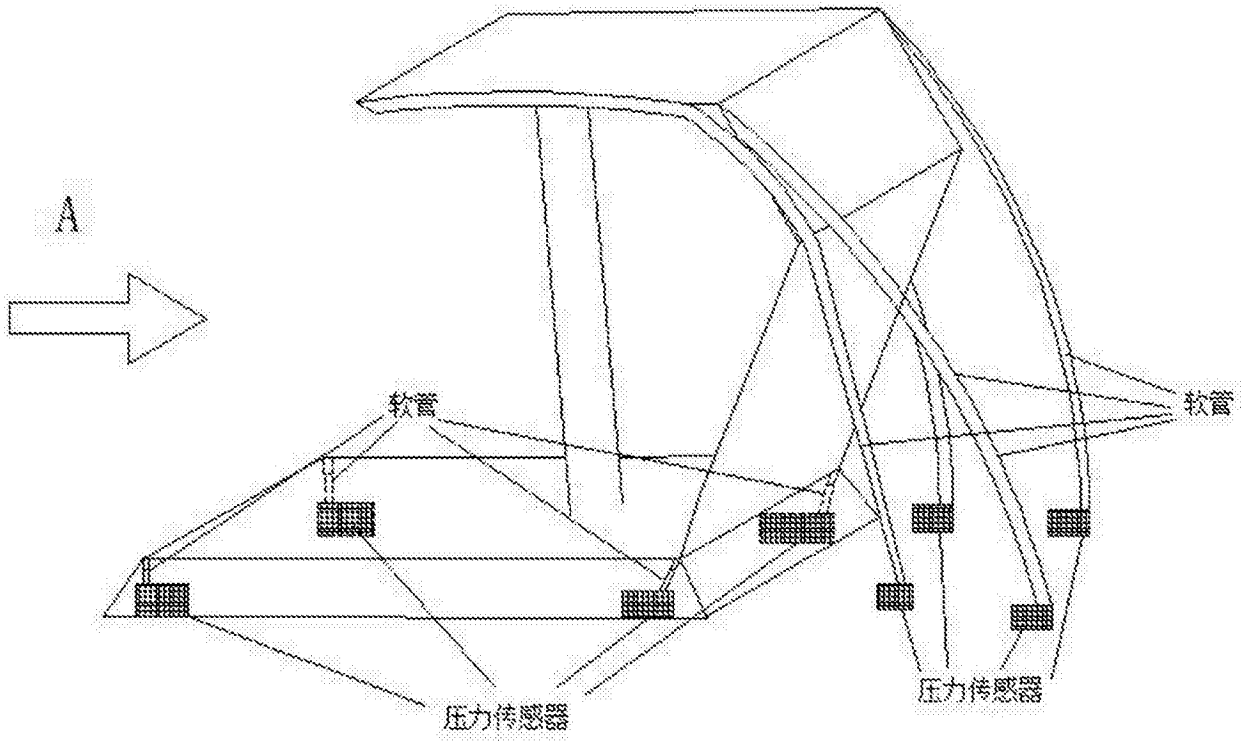


图1

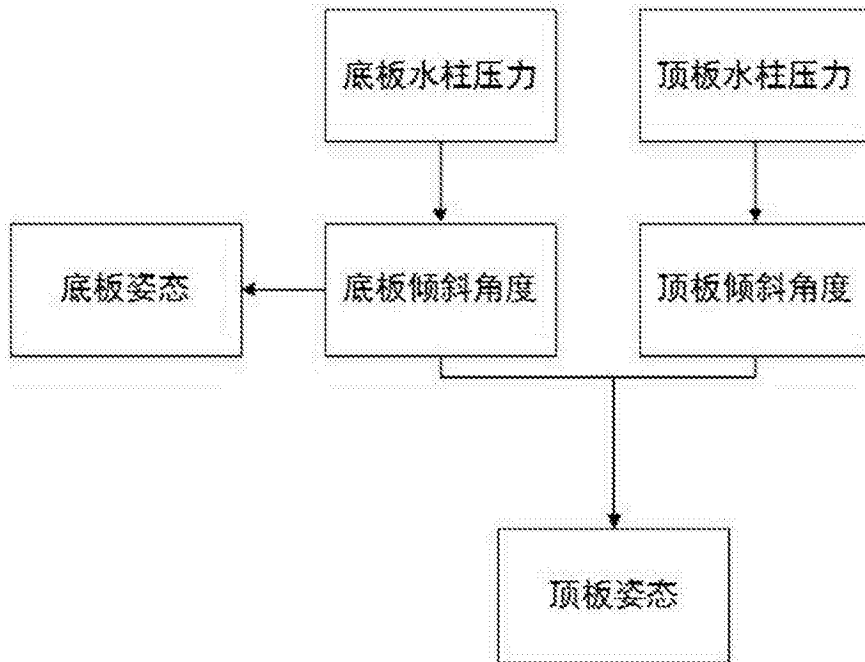


图2



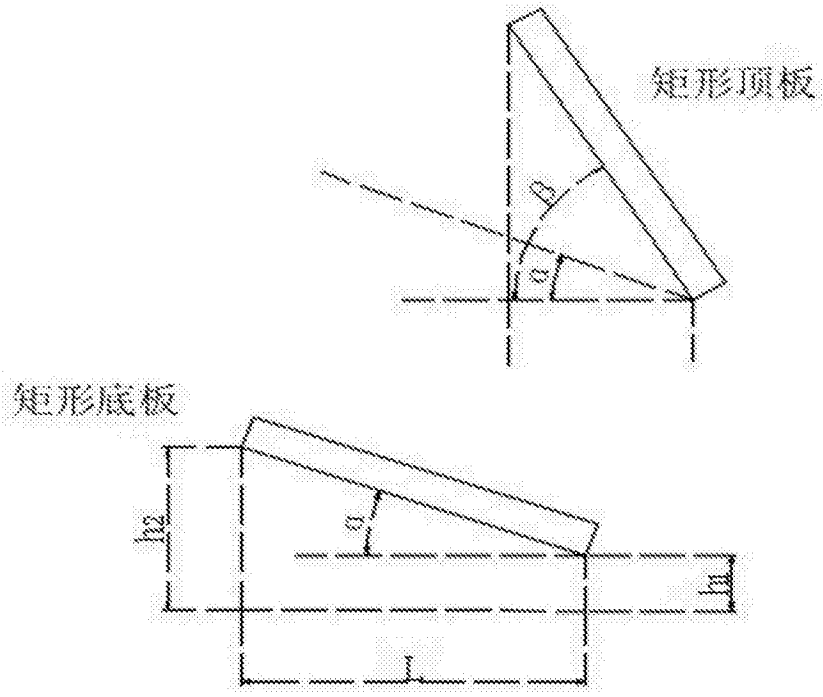


图3