



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114611378 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 10

(21) 申请号 202210114913.0

(22) 申请日 2022.01.31

(71) 申请人 扬州来源液压设备有限公司  
地址 225200 江苏省扬州市江都区武坚镇  
丰裕路2号

(72) 发明人 刘聪

(51) Int. Cl.

- G06F 30/27 (2020.01)
- G06F 30/17 (2020.01)
- G06F 119/02 (2020.01)
- G06F 119/04 (2020.01)
- G06F 119/14 (2020.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

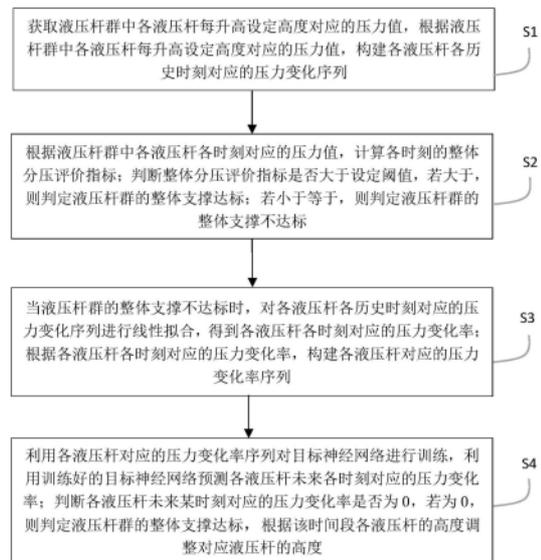
(54) 发明名称

基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统

(57) 摘要

本发明涉及工业物联网领域,具体涉及基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统。该系统为工业领域的人工智能系统,包括存储器和处理器,所述处理器执行所述存储器存储的计算机程序,以实现如下步骤:基于工业物联网信息感知、传感技术服务等物联网技术服务来获取液压杆的数据信息,判断当前时刻的整体分压评价指标是否达标;若不达标,根据各液压杆每升高设定高度对应的压力值,构建各液压杆各时间段对应的压力变化序列并进行线性拟合,构建各液压杆对应的压力变化率序列并对网络进行训练,利用网络预测未来时间段的压力变化率,判断整体支撑是否达标。本发明根据预测得到液压杆的最佳高度并对液压杆进行调整,延长了液压杆的寿命。

CN 114611378 A



1. 一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,包括存储器和处理器,其特征在于,所述处理器执行所述存储器存储的计算机程序,以实现如下步骤:

获取当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值;根据所述当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值,计算当前时刻的整体分压评价指标;判断所述整体分压评价指标是否大于设定阈值,若大于,则判定液压杆群的整体支撑达标;若小于等于,则判定液压杆群的整体支撑不达标;

当液压杆群的整体支撑不达标时,获取液压杆群中各液压杆每升高设定高度对应的压力值,根据所述液压杆群中各液压杆每升高设定高度对应的压力值,构建各液压杆各时间段对应的压力变化序列;

对所述各液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到各液压杆各时间段对应的压力变化率;根据所述各液压杆各时间段对应的压力变化率,构建各液压杆对应的压力变化率序列;

利用各液压杆对应的压力变化率序列对目标神经网络进行训练,利用训练好的目标神经网络预测各液压杆未来各时间段对应的压力变化率;判断各液压杆未来某时间段对应的压力变化率是否为0,若为0,则判定液压杆群的整体支撑达标,根据该时间段各液压杆的高度调整对应液压杆的高度。

2. 根据权利要求1所述的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,其特征在于,所述根据所述当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值,计算当前时刻的整体分压评价指标,包括:

根据当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值,构建液压杆群对应的压力序列;所述压力序列中的各元素为各液压杆对应的压力值;对所述当前时刻液压杆群对应的压力序列进行中值滤波处理,得到该时刻液压杆群对应的滤波后的压力序列;

根据当前时刻液压杆群对应的滤波后的压力序列,计算当前时刻的整体分压评价指标。

3. 根据权利要求2所述的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,其特征在于,采用如下公式计算当前时刻的整体分压评价指标:

$$p = \frac{1}{j} \sum \left| 1 - \frac{f^j}{\text{mean}(E)} \right|$$

其中,p为当前时刻的整体分压评价指标,j为液压杆群中液压杆的数量, $f^j$ 为当前时刻第j个液压杆对应的压力值,E为液压杆群当前时刻对应的滤波后的压力序列,mean(E)为当前时刻液压杆群对应的滤波后的压力均值。

4. 根据权利要求1所述的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,其特征在于,所述对所述各液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到各液压杆各时间段对应的压力变化率,包括:

对于任一液压杆:

对该液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到该液压杆各时间段对应的高度—压力的变化关系;根据所述高度—压力的变化关系,得到该液压杆各时间段对应的直线的斜率;

将该液压杆各时间段对应的直线的斜率作为该液压杆对应时间段对应的压力变化率。

5. 根据权利要求1所述的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,其特征在于,所述利用各液压杆对应的压力变化率序列对目标神经网络进行训练,包括:

目标神经网络的训练数据集为:各液压杆各时间段对应的压力变化率序列;

目标神经网络的损失函数为:均方差损失函数。

6. 根据权利要求1所述的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,其特征在于,所述根据所述各液压杆各时间段对应的压力变化率,构建各液压杆对应的压力变化率序列,包括:

对于任一液压杆:根据该液压杆各时间段对应的压力变化率,构建该液压杆对应的压力变化率序列;所述压力变化率序列中各元素为该液压杆各时间段对应的压力变化率。

## 基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业物联网领域,具体涉及基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统。

### 背景技术

[0002] 矿用液压杆用于支撑地层的顶板和底板,在矿山地层的支撑中起到关键作用。液压杆群中各液压杆对地层进行支撑,以防止上部地层塌陷,但实际使用中的液压杆设置,是由使用者根据矿用液压杆的工业信息以及相关数据自己安装矿用液压杆、调整液压杆的高度,会受到主观因素的干扰,导致一些液压杆参与支撑的力度较低,一些液压杆参与支撑的力度较高,液压杆的不均匀支撑会导致支撑力度较高的液压支撑杆的使用寿命降低,而且可能会存在安全隐患。

### 发明内容

[0003] 为了解决现有方法调节液压杆群中各液压杆的高度时存在的液压杆的支撑力度不均匀的问题,本发明的目的在于提供一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,所采用的技术方案具体如下:

[0004] 本发明提供了一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,包括存储器和处理器,所述处理器执行所述存储器存储的计算机程序,以实现如下步骤:

[0005] 获取当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值;根据所述当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值,计算当前时刻的整体分压评价指标;判断所述整体分压评价指标是否大于设定阈值,若大于,则判定液压杆群的整体支撑达标;若小于等于,则判定液压杆群的整体支撑不达标;

[0006] 当液压杆群的整体支撑不达标时,获取液压杆群中各液压杆每升高设定高度对应的压力值,根据所述液压杆群中各液压杆每升高设定高度对应的压力值,构建各液压杆各时间段对应的压力变化序列;

[0007] 对所述各液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到各液压杆各时间段对应的压力变化率;根据所述各液压杆各时间段对应的压力变化率,构建各液压杆对应的压力变化率序列;

[0008] 利用各液压杆对应的压力变化率序列对目标神经网络进行训练,利用训练好的目标神经网络预测各液压杆未来各时间段对应的压力变化率;判断各液压杆未来某时间段对应的压力变化率是否为0,若为0,则判定液压杆群的整体支撑达标,根据该时间段各液压杆的高度调整对应液压杆的高度。

[0009] 优选的,所述根据所述当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值,计算当前时刻的整体分压评价指标,包括:

[0010] 根据当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值,构建液压杆群对应的压力序列;所述压力序列中的各元素为各液压杆对应的压力值;对所述当前时刻液压杆群对应的

压力序列进行中值滤波处理,得到该时刻液压杆群对应的滤波后的压力序列;

[0011] 根据当前时刻液压杆群对应的滤波后的压力序列,计算当前时刻的整体分压评价指标。

[0012] 优选的,采用如下公式计算当前时刻的整体分压评价指标:

$$[0013] \quad p = \frac{1}{j} \sum \left| 1 - \frac{f^j}{\text{mean}(E)} \right|$$

[0014] 其中,p为当前时刻的整体分压评价指标,j为液压杆群中液压杆的数量, $f^j$ 为当前时刻第j个液压杆对应的压力值,E为液压杆群当前时刻对应的滤波后的压力序列,mean(E)为当前时刻液压杆群对应的滤波后的压力均值。

[0015] 优选的,所述对所述各液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到各液压杆各时间段对应的压力变化率,包括:

[0016] 对于任一液压杆:

[0017] 对该液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到该液压杆各时间段对应的高度—压力的变化关系;根据所述高度—压力的变化关系,得到该液压杆各时间段对应的直线的斜率;

[0018] 将该液压杆各时间段对应的直线的斜率作为该液压杆对应时间段对应的压力变化率。

[0019] 优选的,所述利用各液压杆对应的压力变化率序列对目标神经网络进行训练,包括:

[0020] 目标神经网络的训练数据集为:各液压杆各时间段对应的压力变化率序列;

[0021] 目标神经网络的损失函数为:均方差损失函数。

[0022] 优选的,所述根据所述各液压杆各时间段对应的压力变化率,构建各液压杆对应的压力变化率序列,包括:

[0023] 对于任一液压杆:根据该液压杆各时间段对应的压力变化率,构建该液压杆对应的压力变化率序列;所述压力变化率序列中各元素为该液压杆各时间段对应的压力变化率。

[0024] 本发明具有如下有益效果:本发明根据各液压杆当前时刻对应的压力,构建了当前时刻液压杆群对应的压力序列,根据当前时刻液压杆群对应的压力序列,计算了当前时刻的整体分压评价指标,基于此,判断液压杆群的整体支撑是否达标,若不达标,需要继续调整液压杆群中各液压杆的高度,本发明的系统为工业领域的人工智能系统。本发明基于工业物联网信息感知、传感技术服务等物联网技术服务来获取液压杆的数据信息,根据获取的信息对目标神经网络进行训练,预测各液压杆各高度下对应的压力变化率,根据压力变化率得到各液压杆达到最优支撑状态对应的高度,根据各液压杆的最优高度对各液压杆进行调整,使得液压杆群中的每个液压杆都达到了最佳的支撑状态,本发明根据目标神经网络预测得到各液压杆的最佳高度,根据各液压杆对应的最佳高度对各液压杆进行调整,同时延长了液压杆的使用寿命,增加了安全性。

## 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案和优点,下面将对实施

例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它附图。

[0026] 图1为本发明一个实施例所提供的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统的流程图。

### 具体实施方式

[0027] 为了更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统进行详细说明如下。

[0028] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。

[0029] 下面结合附图具体的说明本发明所提供的一种基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统的具体方案。

[0030] 基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统实施例

[0031] 现有方法调节液压杆群中各液压杆的高度存在的液压杆的支撑力度不均匀的问题。为了解决上述问题,本实施例提出了基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,如图1所示,本实施例的基于矿山工业物联网的液压支撑杆压力调控系统,包括存储器和处理器,所述处理器执行所述存储器存储的计算机程序,以实现如下步骤:

[0032] 步骤S1,获取当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值;根据所述当前时刻液压杆群中各液压杆对应的压力值,计算当前时刻的整体分压评价指标;判断所述整体分压评价指标是否大于设定阈值,若大于,则判定液压杆群的整体支撑达标;若小于等于,则判定液压杆群的整体支撑不达标。

[0033] 为了防止地层出现塌陷,在两地层之间布置多个液压杆,这些液压杆构成一个液压杆群,液压杆群中每个液压杆都对支撑地层起到了关键性作用。沉降的发生大都是不均匀的,当沉降发生时,可能会导致混凝土层的倾斜或破碎,因此液压杆群中每个液压杆承受的压力是不相同的。

[0034] 工业物联网将液压杆群中的应力感应器连接起来,从而为实施者提供有效的数据信息,无需人工手动采集、汇总和分析数据,提高了效率。本实施例通过矿山工业物联网智能化控制,实现对液压杆群液压杆压力值的监测,然后对液压杆群的整体支撑进行分析。本实施例利用信息传感技术获取每个液压杆承受的压力值,在每个液压杆的上部安装一个应力感应器,用于对液压杆承受的压力进行记录。当上部地层发生沉降时,液压杆承受的压力会变大。采集液压杆群中每个液压杆当前时刻承受的压力值,本实施例液压杆群中液压杆的总个数为 $j$ 。本实施例基于液压杆群中各液压杆当前时刻的压力值,构建当前时刻液压杆群对应的压力序列即 $F = \{f^1, \dots, f^j\}$ ,其中, $f^1$ 为第1个液压杆当前时刻对应的压力值, $f^j$ 为第 $j$ 个液压杆当前时刻对应的压力值, $f^j$ 为第 $j$ 个液压杆当前时刻对应的压力值。

[0035] 本实施例对当前时刻液压杆群对应的压力序列进行中值滤波处理,得到各时刻液压杆群对应的滤波后的压力序列。中值滤波为公知技术,此处不再赘述。

[0036] 各液压杆的支撑水平越趋近于液压杆群的平均支撑水平,说明各支撑杆在对地层

进行支撑的过程中,都发挥了较大的作用,达到了较好的支撑效果;若液压杆群中各液压杆的支撑水平都较接近液压杆群的平均水平,判定液压杆群的整体支撑达标。本实施例基于各液压杆当前时刻对应的压力值,计算当前时刻液压杆群的整体分压评价指标。当前时刻液压杆群的整体分压评价指标为:

$$[0037] \quad p = \frac{1}{j} \sum \left| 1 - \frac{f^j}{\text{mean}(E)} \right|$$

[0038] 其中, $p$ 为当前时刻的整体分压评价指标, $j$ 为液压杆群中液压杆的数量, $f^j$ 为当前时刻第 $j$ 个液压杆对应的压力值, $E$ 为液压杆群当前时刻对应的滤波后的压力序列, $\text{mean}(E)$ 为当前时刻液压杆群对应的滤波后的压力均值。

[0039] 本实施例设定整体分压评价指标阈值为 $P_0$ ,判断当前时刻的整体分压评价指标是否大于 $P_0$ ,若大于,则判定当前时刻液压杆群的整体支撑达标,即液压杆群中各液压杆都起到了较好的支撑作用;若整体分压评价指标 $p_i$ 大于 $P_0$ ,则判定液压杆群的整体支撑达标,若整体分压评价指标 $p_i$ 小于等于 $P_0$ ,则判定液压杆群的整体支撑不达标,即液压杆群中部分液压杆未起到较好的支撑作用。整体分压评价指标阈值的设定由实施者以实际的上层地层的岩性为依据进行设定,若上层为泥岩、页岩等刚度较低的岩层,支撑力需要稍微小些,因此应当适当降低 $P_0$ 的值,确保整体支撑评价的合理性;若上层为花岗岩等刚度较高的岩层,支撑力需要稍微小些,因此应当适当增加 $P_0$ 的值,确保整体支撑评价的合理性。

[0040] 步骤S2,当液压杆群的整体支撑不达标时,获取液压杆群中各液压杆每升高设定高度对应的压力值,根据所述液压杆群中各液压杆每升高设定高度对应的压力值,构建各液压杆各时间段对应的压力变化序列。

[0041] 当液压杆群的整体支撑不达标时,则需要继续调整液压杆群中各液压杆的高度,对于液压杆群中达到最大高度的液压杆,再调整其对应的高度也不会再发生变化,此时,主要是通过调节未达标的液压杆使得液压杆群整体达标。

[0042] 液压杆的高度可以电动调节,调节液压杆的高度,得到液压杆的伸长量和压力的增加量的关系。对于任一液压杆,该液压杆每升高0.01mm,获取一个压力值。本实施例设置每个时间段每个液压杆升高的总高度为1mm,获取每个液压杆每升高0.01mm对应的压力值,根据每个液压杆每升高0.01mm对应的压力值,构建每个液压杆每个时间段对应的压力变化序列。对于第 $j$ 个液压杆,其第 $i$ 个时间段对应的压力变化序列为 $G_i^j = \{g_1^j, \dots, g_{100}^j\}$ ,其中, $G_i^j$ 为第 $j$ 个液压杆第 $i$ 个时间段对应的压力变化序列, $g_1^j$ 为第 $j$ 个液压杆第1次升高0.01mm对应的压力值, $g_{100}^j$ 为第 $j$ 个液压杆第100次升高0.01mm对应的压力值。至此得到了每个液压杆每个时间段对应的压力变化序列。液压杆每次升高高度和每个时间段的长度可根据实际情况进行设定。

[0043] 步骤S3,对所述各液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到各液压杆各时间段对应的压力变化率;根据所述各液压杆各时间段对应的压力变化率,构建各液压杆对应的压力变化率序列。

[0044] 本实施例对各液压杆各时间段对应的压力变化序列进行线性拟合,得到液压群中各液压杆对应的压力变化率序列。具体的,采用最小二乘法拟合各液压杆各时间段对应的

压力变化序列,得到各液压杆各时刻对应的高度—压力的变化关系,根据高度—压力的变化关系得到对应的高度—压力式,即 $y=kx+b$ 。对于第 $j$ 个液压杆,其第 $i$ 个时间段对应的高度—压力的变化关系 $y=kx+b$ 中,横坐标 $x=\{1, \dots, 100\}$ ,纵坐标 $y=\{g_1^j, \dots, g_{100}^j\}$ , $k=\frac{\overline{xy}-\bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2}-\bar{x}^2}$ , $k$ 为该液压杆该时间段对应的压力随高度变化直线的斜率,每个时间段对应一个斜率;若斜率 $k$ 大于0,说明该液压杆承受的压力与高度呈正相关,即随着高度的增加,液压杆承受的压力逐渐增大;基于拟合得到的该时间段对应的高度—压力的关系式,将该时间段对应的高度—压力的关系式中的 $k$ 的作为该液压杆该时间段对应的压力变化率;然后基于该液压杆每个时间段对应的压力变化率,构建该液压杆对应的压力变化率序列,即 $K_j=\{k_1^j, \dots, k_i^j\}$ ,其中, $K_j$ 为第 $j$ 个液压杆对应的压力变化率序列, $k_1^j$ 为第 $j$ 个液压杆第1个时间段对应的压力变化率, $k_i^j$ 为第 $j$ 个液压杆第 $i$ 个时间段对应的压力变化率。同理,得到液压群中各液压杆对应的压力变化率序列。

[0045] 步骤S4,利用各液压杆对应的压力变化率序列对目标神经网络进行训练,利用训练好的目标神经网络预测各液压杆未来各时间段对应的压力变化率;判断各液压杆未来某时间段对应的压力变化率是否为0,若为0,则判定液压杆群的整体支撑达标,根据该时间段各液压杆的高度调整对应液压杆的高度。

[0046] 本实施例基于工业人工智能网络系统,预测各液压杆未来各时间段对应的压力变化率,然后基于网络预测的压力变化率,判断液压杆群的整体支撑是否达标。

[0047] 本实施例将液压杆群中各液压杆对应的压力变化率序列作为目标神经网络的训练数据集,利用各液压杆对应的压力变化率序列对目标神经网络进行训练,得到训练好的神经网络。神经网络的具体训练过程为:将各液压杆在某一时刻之前对应的压力变化率序列作为一个训练数据输入到目标神经网络中,对目标神经网络进行训练,使得目标神经网络能够学习到各液压杆下一时间段对应的压力变化率,完成对目标神经网络的训练,训练好的神经网络用于预测下一时间段各液压杆对应的压力变化率。本实施例中训练目标神经网络的损失函数为均方差损失函数,目标神经网络为TCN网络,其它实施例中,也可使用其它网络。该目标神经网络的损失函数为:

$$[0048] \quad \text{Loss} = \frac{1}{N} \sum \frac{(\hat{y}_k - y_k)^2}{L}$$

[0049] 其中,Loss为该目标神经网络的损失函数, $N$ 为累加次数, $\hat{y}_k$ 为第 $k$ 个液压杆的某一时间段对应的压力变化率的预测值, $y_k$ 为第 $k$ 个液压杆的该时间段对应的压力变化率的实际值, $L$ 为该液压杆对应的压力变化率序列中元素的数量。

[0050] 通过对目标神经网络的训练,确保损失函数收敛,预测的结果更加准确。本实施例利用训练好的目标神经网络预测液压杆群中各液压杆未来各时间段的压力变化率,基于预测的各液压杆未来各时间段的压力变化率,判断液压杆群中各液压杆是否达到最佳支撑状态,若达到最佳支撑状态,则不需要继续调整液压杆的高度;此时各液压杆对应的高度为最优高度,该高度下,液压杆群能够达到最佳支撑水平;本实施例根据此时的高度调整液压杆群中液压杆的高度,这样能够减小对液压杆的损害。

[0051] 判断液压杆群中各液压杆是否达到最佳支撑状态的具体方法是:若从某一时间段开始,各液压杆的压力变化率为0,说明再继续调节液压杆,液压杆的压力也不会再发生改

变,即液压杆群中各液压杆都起到了最佳支撑作用,则判定液压杆群中各液压杆都达到了最佳支撑状态,即液压杆群整体支撑符合标准,此时不需要再继续调整液压杆群中各液压杆;若液压杆群中部分液压杆的压力变化率不为0,说明液压杆的压力没有达到固定值,则判定液压杆群整体支撑不符合标准,需要继续调整液压杆群中的液压杆,直至达到最佳支撑水平。

[0052] 本实施例根据各液压杆当前时刻对应的压力,构建了当前时刻液压杆群对应的压力序列,根据当前时刻液压杆群对应的压力序列,计算了当前时刻的整体分压评价指标,基于此,判断液压杆群的整体支撑是否达标,若不达标,需要继续调整液压杆群中各液压杆的高度,本实施例的系统为工业领域的人工智能系统。本实施例基于工业物联网信息感知、传感技术服务等物联网技术服务来获取液压杆的数据信息,根据获取的信息对目标神经网络进行训练,预测各液压杆各高度下对应的压力变化率,根据压力变化率得到各液压杆达到最优支撑状态对应的高度,根据各液压杆的最优高度对各液压杆进行调整,使得液压杆群中的每个液压杆都达到了最佳的支撑状态,本实施例根据目标神经网络预测得到各液压杆的最佳高度,根据各液压杆对应的最佳高度对各液压杆进行调整,同时延长了液压杆的使用寿命,增加了安全性。

[0053] 需要说明的是:以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

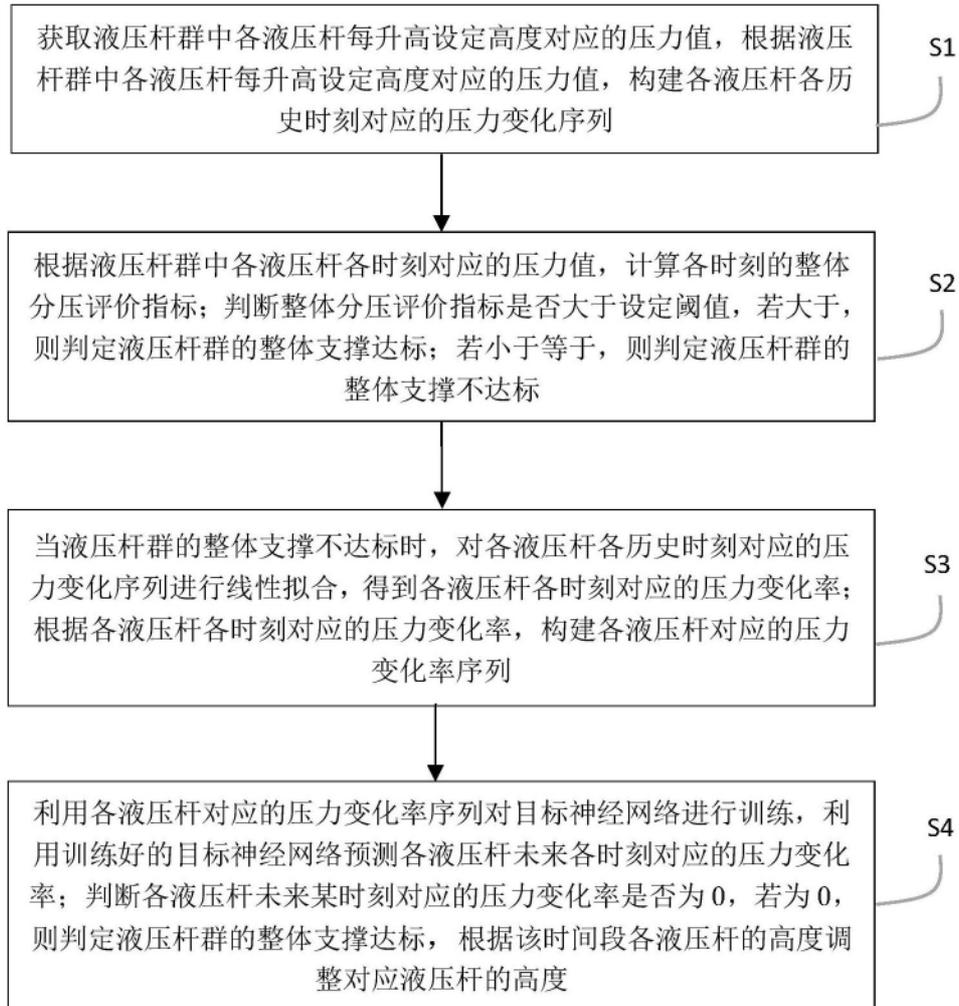


图1