



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105403268 B

(45)授权公告日 2018.10.16

(21)申请号 201510940626.5

(22)申请日 2015.12.15

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105403268 A

(43)申请公布日 2016.03.16

(73)专利权人 陕西科技大学  
地址 710021 陕西省西安市未央区大学园1号

(72)发明人 周强 吴祎

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

G01F 9/00(2006.01)

G01P 5/00(2006.01)

(56)对比文件

- CN 102360024 A, 2012.02.22,
- CN 2530248 Y, 2003.01.08,
- CN 2175409 Y, 1994.08.24,
- CN 102360023 A, 2012.02.22,
- CN 205246155 U, 2016.05.18,
- JP 昭61-268916 A, 1986.11.28,
- JP 特开平10-185811 A, 1998.07.14,
- CN 2083743 U, 1991.08.28,

审查员 丁长骥

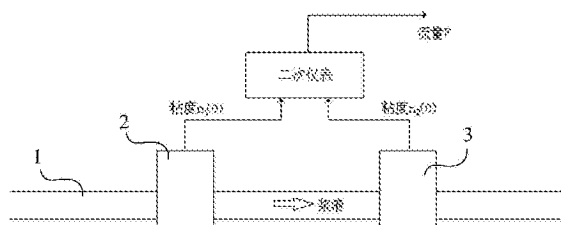
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种浆液型流体的高精度流量测量装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种浆液型流体的高精度流量测量装置及方法,包括测量管道,测量管道的横截面积与圆形传输管道的横截面积相同;测量管道上等间距安装有两个旋转式粘度计,两个旋转式粘度计的信号输出端均与二次仪表相连,二次仪表输出被测浆液的流量。本发明引入软测量的思想,用软件来替代硬件的功能,在被测浆液的直管道上安装旋转式粘度计,将粘度计的测量值接入二次仪表的输入接口(使用一个DSP或者FPGA都可以实现或作为二次仪表),省去了一种测量设备的工业成本,即降低了工业成本。



1. 一种浆液型流体的高精度流量方法,所述方法基于一种浆液型流体的高精度流量测量装置,所述装置包括测量管道(1),测量管道(1)的横截面积与圆形传输管道的横截面积相同;测量管道(1)上等间距安装有两个旋转式粘度计,两个旋转式粘度计的信号输出端均与二次仪表相连,二次仪表输出被测浆液的流量;

测量管道(1)的截面为长方形,两端通过法兰盘(4)与圆形传输管道相连,测量管道(1)截面的长方形的上下长为R,两侧宽为 $\pi R/4$ ,R为圆形传输管道的直径;测量管道(1)的总长度为3000mm;

两个旋转式粘度计包括第一旋转式粘度计(2)和第二旋转式粘度计(3),第一旋转式粘度计(2)安装于测量管道(1)入口一侧,第二旋转式粘度计(3)安装于测量管道(1)出口一侧,第一旋转式粘度计(2)距测量管道(1)入口的距离等于第二旋转式粘度计(3)距测量管道(1)出口的距离,并且等于第一旋转式粘度计(2)和第二旋转式粘度计(3)的间距;

旋转式粘度计包括旋转头(5),旋转头(5)与伺服电机(6)相连,伺服电机(6)的上方同轴安装有金属圆盘(7),金属圆盘(7)边缘上沿周向均匀开设一圈透光孔(9),透光孔(9)上方安装光敏元件(8),光敏元件(8)能够与透光孔配合,在金属圆盘旋转时发出连续方波,方波的频率与旋转速度成正比;其特征在於,所述方法包括以下步骤:

1) 粘度测量信号采集:

打开两个旋转式粘度计以及二次仪表的开关,两个旋转式粘度计每隔0.25秒同时进行采样,两个旋转式粘度计将采集的粘度测量信号 $n_1(0)$ 和 $n_2(0)$ 送入二次仪表中;

2) 粘度测量信号保存:

粘度测量信号 $n_1(0)$ 和 $n_2(0)$ 分别进入二次仪表的DSP中 $n_1$ 存储空间和 $n_2$ 存储空间; $n_1$ 存储空间中有M个单元,将 $n_1$ 存储空间中的数据右移一个单元,并将最右单元 $n_1(M)$ 中的数据溢出, $n_2$ 存储空间中有N个单元,将 $n_2$ 存储空间的数据左移一个单元,并将最左单元 $n_2(N)$ 中的数据溢出;其中,N为远小于M;

3) 卷积计算:

根据公式(1)对 $n_1$ 存储空间和 $n_2$ 存储空间中的数据进行卷积运算,得到 $M-N+1$ 个卷积值 $y(m)$ ,并保存在存储器y中;

$$y(m) = \sum_{i=m-1}^{M-N-m} n_1(m-i)n_2(i) \quad (1)$$

其中,m为浆液由第一旋转式粘度计流过第二旋转式粘度计的时间,i为进行卷积计算的中间量;

4) 查找最大卷积值:

通过寄存器 $y_{\max}$ 的 $M-N+1$ 对比和交换,寻找到内积的最大值 $y_{\max}(m)$ ,如下式:

$$y_{\max}(m) = \max [y(m)] \quad (2)$$

5) 计算浆液流量F:

$y_{\max}(m)$ 对应的自变量m为浆液由第一旋转式粘度计(2)流过第二旋转式粘度计(3)的时间,带入公式(3):

$$F = S \frac{L}{m} \quad (3)$$

其中,L是安装在管道上两台粘度计的距离,S是管道的横截面积。

## 一种浆液型流体的高精度流量测量装置及方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明流量测量技术领域,涉及一种流量测量装置,具体是一种浆液型流体的高精度流量测量装置及方法。

### 【背景技术】

[0002] 在工业领域,水煤浆、纸浆、药液等浆液流量的高精度测量十分重要。现有测量方法以电磁流量计为主,但是,在电磁流量计实际应用中由于工频干扰、流体介质产生的电化干扰等,使其测量精度难以达到要求。

### 【发明内容】

[0003] 本发明的目的在于解决上述现有技术中的问题,提供一种针对于中水煤浆、纸浆、药液等浆液流量的浆液型流体的高精度流量测量装置及方法。

[0004] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案予以实现:

[0005] 一种浆液型流体的高精度流量测量装置,包括测量管道,测量管道的横截面积与圆形传输管道的横截面积相同;测量管道上等间距安装有两个旋转式粘度计,两个旋转式粘度计的信号输出端均与二次仪表相连,二次仪表输出被测浆液的流量。

[0006] 本发明进一步的改进在于:

[0007] 所述测量管道的截面为长方形,两端通过法兰盘与圆形传输管道相连,测量管道截面的长方形的上下长为 $R$ ,两侧宽为 $\pi R/4$ , $R$ 为圆形传输管道的直径。

[0008] 所述测量管道的总长度为3000mm。

[0009] 所述两个旋转式粘度计包括第一旋转式粘度计和第二旋转式粘度计,第一旋转式粘度计安装于测量管道入口一侧,第二旋转式粘度计安装于测量管道出口一侧,第一旋转式粘度计距测量管道入口的距离等于第二旋转式粘度计距测量管道出口的距离,并且等于第一旋转式粘度计和第二旋转式粘度计的间距。

[0010] 所述旋转式粘度计包括旋转头,旋转头与伺服电机相连,伺服电机的上方同轴安装有金属圆盘,金属圆盘边缘上沿周向均匀开设一圈透光孔,透光孔上方安装光敏元件,光敏元件能够与透光孔配合,在金属圆盘旋转时发出连续方波,方波的频率与旋转速度成正比。

[0011] 一种浆液型流体的高精度流量方法,包括以下步骤:

[0012] 1) 粘度测量信号采集:

[0013] 打开两个旋转式粘度计以及二次仪表的开关,两个旋转式粘度计每隔0.25秒同时进行采样,两个旋转式粘度计将采集的粘度测量信号 $n_1(0)$ 和 $n_2(0)$ 送入二次仪表中;

[0014] 2) 粘度测量信号保存:

[0015] 粘度测量信号 $n_1(0)$ 和 $n_2(0)$ 分别进入二次仪表的DSP中 $n_1$ 存储空间和 $n_2$ 存储空间; $n_1$ 存储空间中有 $M$ 个单元,将 $n_1$ 存储空间中的数据右移一个单元,并将最右单元 $n_1(M)$ 中的数据溢出, $n_2$ 存储空间中有 $N$ 个单元,将 $n_2$ 存储空间的数据左移一个单元,并将最左单元 $n_2(N)$

中的数据溢出;其中,N为远小于M;

[0016] 3) 卷积计算:

[0017] 根据公式(1)对 $n_1$ 存储空间和 $n_2$ 存储空间中的数据进行卷积运算,得到 $M-N+1$ 个卷积值 $y(m)$ ,并保存在存储器 $y$ 中;

$$[0018] \quad y(m) = \sum_{i=m-1}^{M-N-m} n_1(m-i)n_2(i) \quad (1)$$

[0019] 其中, $m$ 为浆液由第一旋转式粘度计流过第二旋转式粘度计的时间, $i$ 为进行卷积计算的中间量;

[0020] 4) 查找最大卷积值:

[0021] 通过寄存器 $y_{\max}$ 的 $M-N+1$ 对比和交换,寻找到内积的最大值 $y_{\max}(m)$ ,如下式:

$$[0022] \quad y_{\max}(m) = \max[y(m)] \quad (2)$$

[0023] 5) 计算浆液流量 $F$ :

[0024]  $y_{\max}(m)$ 对应的自变量 $m$ 为浆液由第一旋转式粘度计流过第二旋转式粘度计的时间,带入公式(3):

$$[0025] \quad F = S \frac{L}{m} \quad (3)$$

[0026] 其中, $L$ 是安装在管道上两台粘度计的距离, $S$ 是管道的横截面积。

[0027] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0028] 本发明引入软测量的思想,用软件来替代硬件的功能,在被测浆液的直管道上安装旋转式粘度计,将粘度计的测量值接入二次仪表的输入接口(使用一个DSP或者FPGA都可以实现或作为二次仪表),该二次仪表需要两个具有A/D转换功能的模拟输入接口。另外该仪表通过一个串行通讯接口或模拟输出端将流量测量值送出,采用了安装简单,拆卸方便的简易高效结构,即生产线中只需要安装了一种设备,实现了用一种设备同时测量出流量和流速两种物理量的效果。综上所述本发明装置的优点是省去了一种测量设备的工业成本,即降低了工业成本。由于本发明采用了简易高效的安装结构以及测量中引入了软测量思想,将二次仪表(使用一个DSP或者FPGA都可以实现或作为二次仪表)安装在工业现场,所以能够达到实时精确的测量效果。综上所述,本发明方法的优点是保证测量精度的同时,实现了流体在线实时测量,在工业领域中有较大的实用价值。

### 【附图说明】

[0029] 图1为本发明的系统框图;

[0030] 图2-1为本发明的安装结构示意图;

[0031] 图2-2为本发明测量管道的侧视图;

[0032] 图3-1为本发明旋转式粘度计的结构示意图;

[0033] 图3-2为本发明旋转式粘度计上金属圆盘的俯视图;

[0034] 图4为本发明的计算原理图;

[0035] 图5为本发明测量方法的流程图。

[0036] 其中:1为测量管道;2为第一旋转式粘度计;3为第二旋转式粘度计;4为法兰盘;5为旋转头;6为伺服电机;7为金属圆盘;8为光敏元件;9为透光孔。

**【具体实施方式】**

[0037] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

[0038] 参见图1,本发明两台旋转式粘度计沿着直管道,第一旋转式粘度计2安装于第二旋转式粘度计3前方;如图2所示,在被测的浆液型流体传输线上,安装一个横截面为长方形的测量管道1,测量管道1的横截面积与原来的圆形管道的横截面积相等,两端通过法兰盘4与圆形传输管道相连;具体尺寸为,设圆形管道的直径为R,则长方形管道的长取为R,宽为 $\pi R/4$ 。安装方式为“上下长R,左右宽 $\pi R/4$ ”。测量管道长3000mm,两个旋转式粘度计分别安装在1000mm和2000mm处。旋转式粘度计的结构如图3所示,由下至上的旋转头5、伺服电机6、带透光孔9的金属圆盘7和光敏元件8四部分组成。旋转头为纺锤形,材质是硬质塑料,表面要保持一定的粗糙度;伺服电机的特性很软,较小的粘度波动都会引起伺服电机转速的变化;与伺服电机同轴安装的金属圆盘的边缘有一些透光孔;光敏元件8是由发光二极管和光电三极管两部分组成,它安装在金属圆盘边缘透光孔的上方,发光二极管发出的光线可以透过透光孔照射在光电三极管使其导通,但当两个透光孔之间正对着光敏元件时,由于光线无法透过,光电三极管将截止。当金属圆盘旋转起来后,光电原件会发出连续方波,且方波的频率与旋转速度成正比。

[0039] 本发明的两个旋转式粘度计同时测量浆液型流体的速度流量,具体流量测量方法如下:

[0040] 1) 采集:如图2所示,每隔采样周期T(0.25秒),将两个粘度计的粘度测量信号 $n_1(0)$ 、 $n_2(0)$ 送入(以DSP核心的)二次仪表中。

[0041] 2) 保存:如图4所示,DSP或计算机等智能设备的 $n_1$ 存储空间( $n_1$ 中共有M个单元)中的数据右移一个单元,并将最右单元 $n_1(M)$ 中的数据溢出;智能设备的 $n_2$ 存储空间( $n_2$ 中共有N个单元,N远小于M)中的数据左移一个单元,并将最左单元 $n_1(N)$ 中的数据溢出;

[0042] 3) 流量测量方法。

[0043] 3-1) 卷积计算:根据公式(1)对 $n_1$ 和 $n_2$ 中的数据卷积运算,得到 $M-N+1$ 个卷积值 $y(m)$ ,并保存在存储器y中。

$$[0044] \quad y(m) = \sum_{i=m-1}^{M-N-m} n_1(m-i)n_2(i) \quad (1)$$

[0045] 3-2) 查找最大卷积值:通过寄存器 $y_{\max}$ 的 $M-N+1$ 对比和交换,寻找到内积的最大值 $y_{\max}(m)$

$$[0046] \quad y_{\max}(m) = \max[y(m)] \quad (2)$$

[0047] 3-3) 计算浆液流量: $y_{\max}(m)$ 对应的自变量m即为浆液由第一旋转式粘度计2流过第二旋转式粘度计3的时间,代入公式(3),即可算出浆液流量;

$$[0048] \quad F = S \frac{L}{m} \quad (3)$$

[0049] 式中L是安装在管道上两台粘度计的距离,S是管道的横截面积。

[0050] 4) 以上工作的运算工作要在一个采样周期T内完成。总得计算量约为 $N(M-N+1)+1$ 次乘积运算、 $(N-1)(M-N+1)$ 次加法运算和一次除法运算,这些运算要在0.25秒内完成。

[0051] 本发明的原理

[0052] 本发明利用浆液的两台粘度计的测量结果,间接换算出浆液流速和流量,即采用的是软测量技术。

[0053] 旋转式粘度计。旋转法是比较常用的一种测粘度的方法,它的基本原理是通过测量流体作用于物体的粘性力矩和物体的转速来确定流体的粘度。基于旋转法设计的粘度计叫做旋转粘度计。根据容器的几何形状,旋转粘度计分为好多种。

[0054] 软测量技术。软测量技术主要由辅助变量的选择、数据采集与处理、软测量模型几部分组成。基本思想是应用计算机技术对难以测量或者暂时不能测量的重要变量,选择另外一些容易测量的变量,通过构成某种数学关系来推断或者估计,以软件来替代硬件的功能。

[0055] 本发明的实现方式包括以下几个部分。

[0056] 1、旋转式粘度计的使用。按照图3组装两套旋转式粘度计,通过调整伺服电机的外特性,使得两台旋转式粘度计具有相近的灵敏度。

[0057] 2、二次仪表实施。使用一个DSP、FPGA都可以实现或作为二次仪表,该二次仪表需要两个具有A/D转换功能的模拟输入接口。另外该仪表通过一个串行通讯接口或模拟输出将流量测量值送出。

[0058] 3、软件实施。根据所选用的二次仪表的不同采用相应的软件语言,按照图5的流程图编写程序。

[0059] 4、安装方式。按照图2,在被测浆液的直管道上安装旋转式粘度计,将粘度计的测量值接入二次仪表的输入接口。

[0060] 5、经过灵敏度校正后的粘度计,整个系统上电即可工作,每隔固定的时间(如3-6个月)需要对粘度计重新校正。

[0061] 以上内容仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

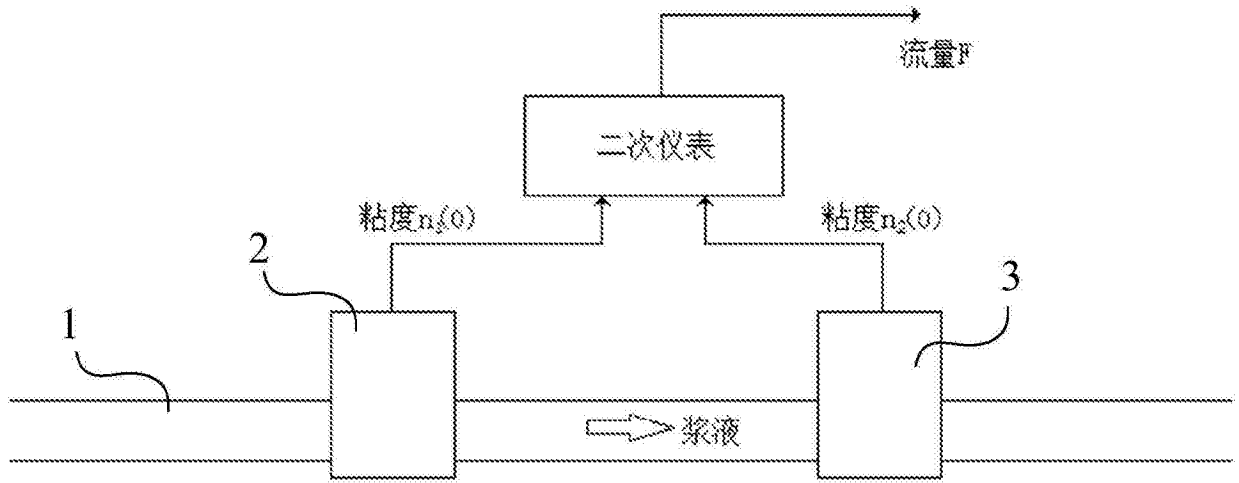


图1

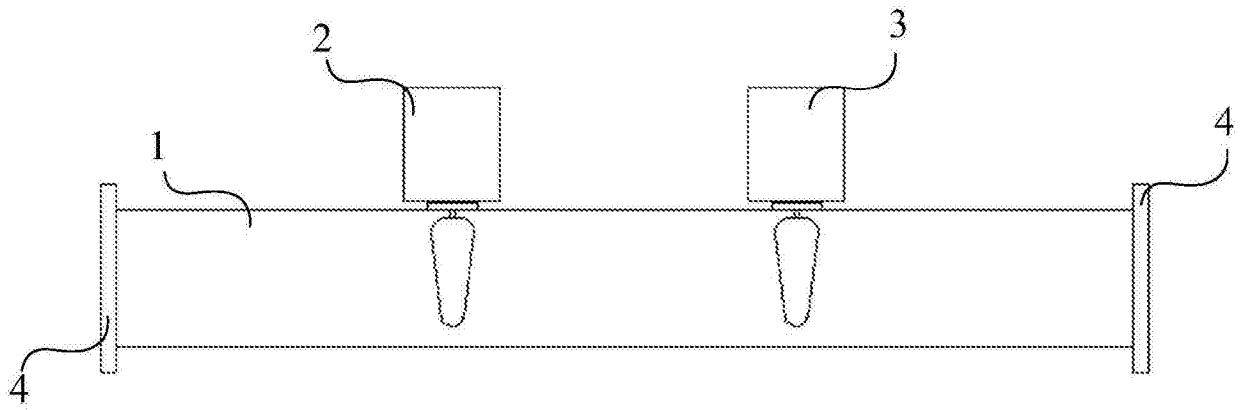


图2-1

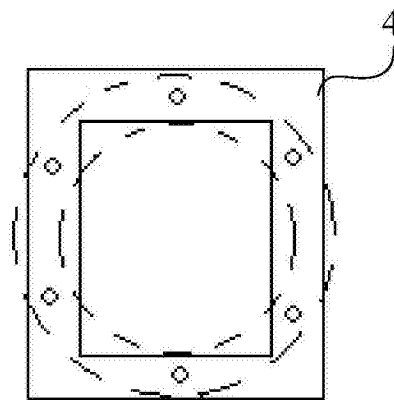


图2-2

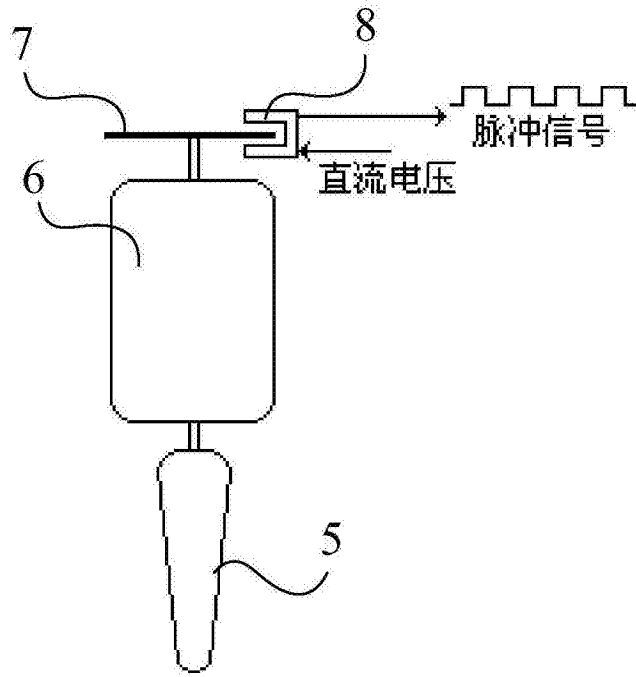


图3-1

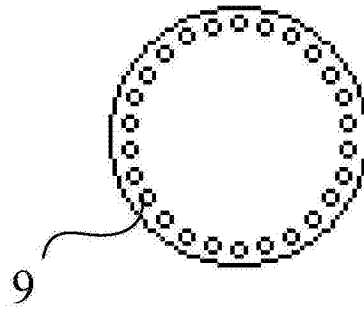


图3-2



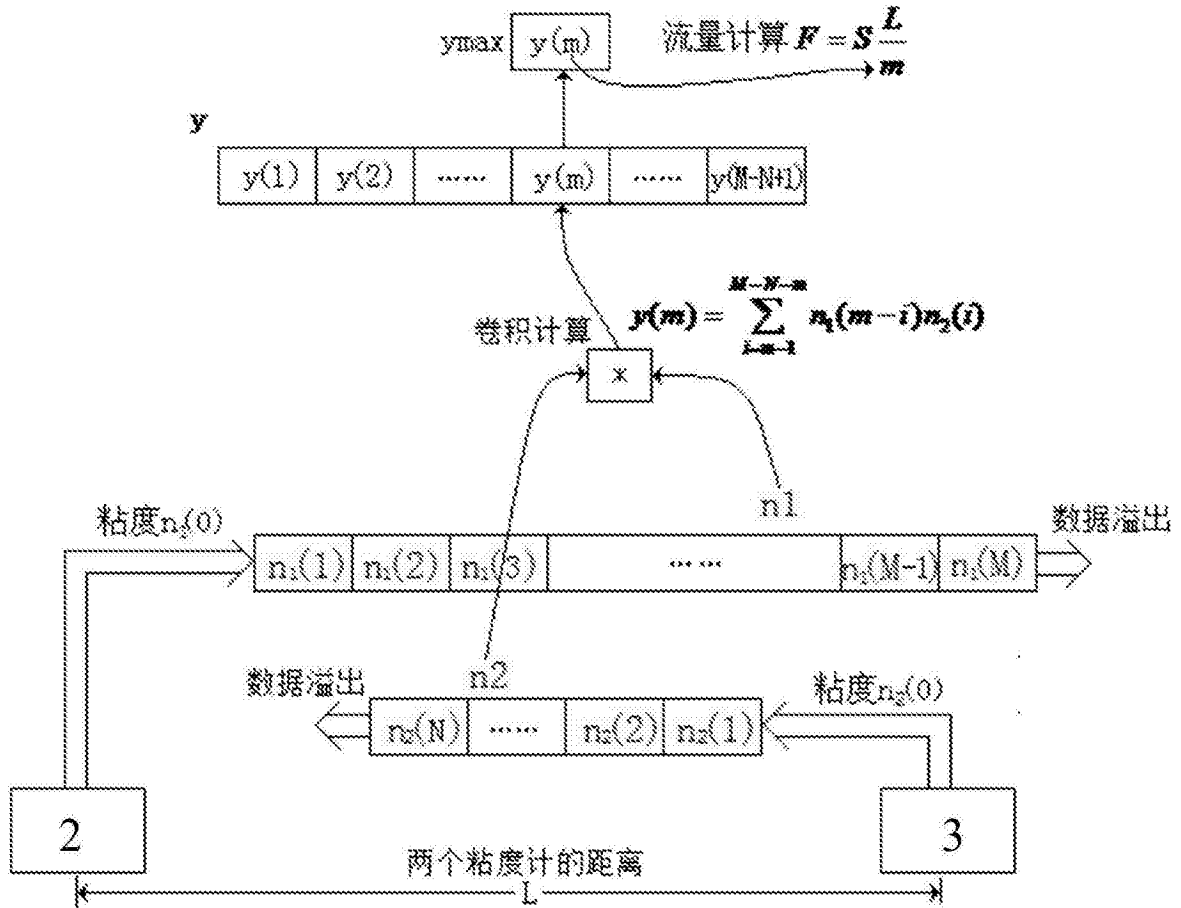


图4

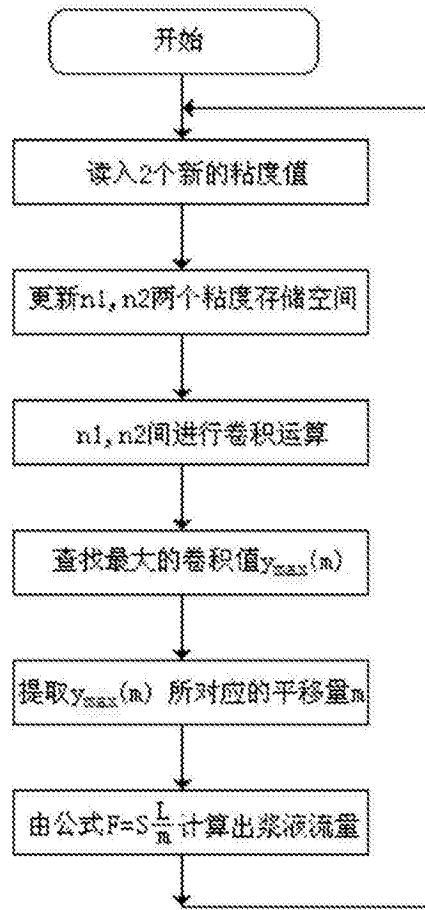


图5