



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101450510 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 24

(21) 申请号 200710178263. 1

1-7.

(22) 申请日 2007. 11. 28

US 4059963 A, 1977. 11. 29, 全文.

(73) 专利权人 中国恩菲工程技术有限公司
地址 100038 北京市海淀区复兴路 12 号

审查员 米婵娟

(72) 发明人 施士虎 穆志纯 李浩宇

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 廖元秋

(51) Int. Cl.

E21F 15/08(2006. 01)

B28C 7/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1146527 A, 1997. 04. 02, 全文.

CN 1782327 A, 2006. 06. 07, 全文.

CN 201156185 Y, 2008. 11. 26, 权利要求

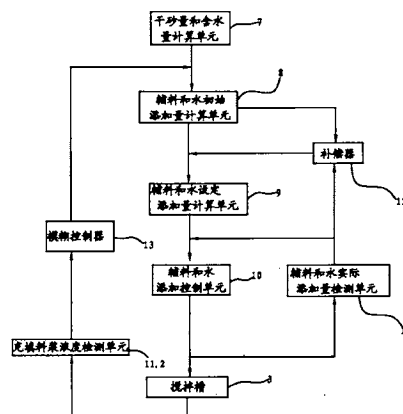
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于控制充填料浆浓度的模糊控制设备和模糊控制方法

(57) 摘要

一种用于控制充填料浆浓度的模糊控制设备和模糊控制方法,包括干砂量和含水量计算单元,辅料和水初始添加量计算单元,辅料和水实际添加量检测单元,补偿器,辅料和水设定添加量计算单元,辅料和水添加控制单元,用于利用辅料实际添加量修正辅料设定添加量且基于修正后的辅料设定添加量控制添加的辅料的量、并且利用水实际添加量修正水设定添加量且基于修正后的水设定添加量控制添加水的量。本发明的模糊控制设备适合于工艺实际情况,克服了连续制备方法中辅料消耗成本较大的缺点;对充填料的浓度进行检测并通过模糊控制单元对所述水初始添加量进行修正;消除了系统的累积误差或偏差,保证了充填料的质量和关键参数。



1. 一种用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在于:包括:

干砂量和含水量计算单元,用于分别计算输入到搅拌槽内的尾砂中的干砂量和含水量;

辅料和水初始添加量计算单元,用于设定干砂与辅料的配比以及设定干砂与水的配比,利用所述干砂与辅料的配比和干砂量计算出辅料的初始添加量,并利用所述干砂与水的配比、干砂量和含水量计算出水的初始添加量;

辅料和水实际添加量检测单元,用于检测向尾砂中添加的辅料实际添加量和水实际添加量;

补偿器,该补偿器利用从辅料和水实际添加量检测单元接收的辅料实际添加量和从所述辅料和水初始添加量计算单元接收的辅料初始添加量计算出对所述辅料初始添加量进行补偿的辅料补偿值,并且利用从辅料和水实际添加量检测单元接收的水实际添加量和从所述辅料和水初始添加量计算单元接收的水初始添加量计算出对所述水初始添加量进行补偿的水补偿值;

辅料和水设定添加量计算单元,该辅料和水设定添加量计算单元利用所述辅料补偿值对所述辅料初始添加量进行补偿,以便计算出辅料设定添加量,并且利用所述水补偿值对所述水初始添加量进行补偿,以便计算出水设定添加量;

辅料和水添加控制单元,该辅料和水添加控制单元从辅料和水设定添加量计算单元接收所述辅料设定添加量和水设定添加量、从所述辅料和水实际添加量检测单元接收所述辅料实际添加量和水实际添加量、利用所述辅料实际添加量修正所述辅料设定添加量并且基于修正后的辅料设定添加量控制给料机向搅拌槽内的尾砂中添加的辅料的量、并且利用所述水实际添加量修正所述水设定添加量且基于修正后的水设定添加量控制补水阀向搅拌槽内的尾砂中添加水的量;

充填料浆浓度检测单元,用于检测从搅拌槽排出的充填料浆浓度;和

模糊控制单元,该模糊控制单元从料浆浓度检测单元接收检测到的充填料浆浓度,并将检测到的所述充填料浆的浓度与设定值进行比较以便得出充填料浆浓度的偏差,并根据所述偏差模糊控制所述辅料和水初始添加量计算单元修正所述水初始添加量。

2. 根据权利要求1所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在于:所述干砂量和含水量计算单元包括:

尾砂流量计,用于测量从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂的流量;

尾砂浓度计,用于测量从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂的浓度;和

干砂量和含水量计算器,用于利用所述流量和浓度分别计算从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂中的干砂量和含水量。

3. 根据权利要求1所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在于:所述辅料和水初始添加量计算单元包括:

比值器,用于设定干砂与辅料的配比以及干砂与水的配比;和

辅料和水初始添加量计算器,用于利用干砂与辅料的配比和干砂量计算辅料初始添加量,并且利用干砂与水的配比、干砂量和含水量计算出水初始添加量。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在于:辅料和水设定添加量计算单元利用所述补偿器计算出的预定时间段内的辅料补偿

值和水补偿值分别对辅料初始添加量和水初始添加量进行补偿。

5. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在在于:辅料和水设定添加量计算单元利用所述补偿器计算出的过去所有时刻的辅料补偿值和水补偿值分别对辅料初始添加量和水初始添加量进行补偿。

6. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在在于:所述辅料和水实际添加量检测单元包括:

检测水流量的第一流量计;和

检测辅料流量的第二流量计。

7. 根据权利要求 6 所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在在于:所述第一流量计为电磁流量计。

8. 根据权利要求 6 所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在在于:所述第二流量计为冲板流量计或核辐射仪或螺旋输送称重计。

9. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制设备,其特征在在于:所述料浆浓度检测单元为浓度计。

10. 一种用于控制充填料浆的浓度的模糊控制方法,其特征在在于:包括以下步骤:

计算从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂中的干砂量和含水量;

设定干砂与辅料的配比和干砂与水的配比,利用所述干砂与辅料的配比和干砂与水的配比以及干砂量及含水量计算出辅料和水初始添加量;

检测向尾砂中添加的辅料实际添加量和水实际添加量;

根据辅料实际添加量和辅料初始添加量计算出对所述辅料初始添加量进行补偿的辅料补偿值,并且根据水实际添加量和水初始添加量计算出对所述水初始添加量进行补偿的水补偿值;

利用所述辅料补偿值和所述水补偿值对所述辅料初始添加量和水初始添加量进行补偿,以便计算出辅料设定添加量和水设定添加量;

利用所述辅料实际添加量修正所述辅料设定添加量并且基于修正后的辅料设定添加量控制给料机向尾砂中添加的辅料的量,利用所述水实际添加量修正所述水设定添加量且基于修正后的水设定添加量控制补水阀向尾砂中添加水的量;

检测充填料浆的浓度;和

将检测到的充填料浆浓度与设定值进行比较以便得出浓度偏差,并根据所述偏差及其变化率通过模糊控制修正水初始添加量。

11. 根据权利要求 10 所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制方法,其特征在在于:其中计算从砂仓流出的尾砂中的干砂量和含水量包括:

测量从砂仓流出的尾砂的流量;

测量从砂仓流出的尾砂的浓度;和

利用所述流量和浓度计算尾砂中的干砂量和含水量。

12. 根据权利要求 10-11 中任一项所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制方法,其特征在在于:其中所述辅料补偿值是利用辅料实际添加量和辅料初始添加量计算出的预定时间段内的辅料补偿值且所述水补偿值是利用水实际添加量和水初始添加量计算出的预定时间段内的水补偿值。

13. 根据权利要求 10-11 中任一项所述的用于控制充填料浆的浓度的模糊控制方法, 其特征在于: 其中所述辅料补偿值是利用辅料实际添加量和辅料初始添加量计算出的过去所有时刻的辅料补偿值且所述水补偿值是利用水实际添加量和水初始添加量计算出的过去所有时刻的水补偿值。

用于控制充填料浆浓度的模糊控制设备和模糊控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于控制向矿山采空区充填尾砂中添加辅料和水的模糊控制设备和方法,特别涉及一种用于控制充填料浆浓度的模糊控制设备和模糊控制方法。

背景技术

[0002] 随着全球矿产资源的不断减少,充填法作为一种安全、环保和低损失率的采矿方法为越来越多的矿山所采用。国外通常采用的是料浆批量制备技术:其中将尾砂、辅料和水事先按一定配比称量并搅拌均匀后,再送入井下采空区。此技术虽然在保证灰砂比和浓度方面很容易实现,但程序较为复杂。

[0003] 国内大部分采用料浆连续制备工艺:其中在将尾砂、水泥和水连续地送入搅拌槽,同时将搅拌后形成的充填料浆从搅拌槽的排料口输送到井下采空区。

[0004] 对于料浆连续制备工艺,虽然也将实际辅料的添加量反馈给给料机的控制单元,从而校正给料机的给料量。然而,实际上,尾砂从砂仓流出的量是波动的,而且幅度和变化率都较大。另外,辅料的流出量的实际波动也较大,而且辅料的流量调节相对于尾砂要慢,换言之,辅料流出量的调节相对于尾砂流出量的调节具有滞后性。从而,上述滞后性和尾砂给料的剧烈波动使得辅料的给料量通常跟不上尾砂给料量的变化,由此尾砂和辅料不能按设定的期望配比同时进入搅拌槽,导致料浆浓度不均匀,影响了充填质量。

[0005] 另外,由于料浆浓度的变化,为了达到相同的充填体强度,在一定的管路输送条件下或者说在管路能输送的最高浓度为一定时,为了保证充填质量,需要提高充填料的灰砂比,即辅料与尾砂比。灰砂比的加大,增加了辅料,例如胶结料(如水泥)的消耗成本。

[0006] 其次,现有料浆连续制备工艺虽然也有利用从搅拌槽内的排出的料浆浓度的反馈控制向搅拌槽添加水的量,但是其控制效果不是很理想,主要原因有搅拌槽的排料存在滞后性,而且滞后的时间也是波动的。另外,搅拌槽下方的浓度计日常标定不方便,精度通常较低。这样从搅拌槽放出的充填料的浓度变化较大,影响了充填效果。

发明内容:

[0007] 本发明所要解决的技术问题旨在克服上述现有技术中的缺点,提供一种用于控制充填料浆浓度的模糊控制设备和模糊控制方法。

[0008] 根据本发明的实施例,提出一种用于控制充填料浆浓度的模糊控制设备,包括:干砂量和含水量计算单元,用于分别计算从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂中的干砂量和含水量;辅料和水初始添加量计算单元,用于设定干砂与辅料的配比以及设定干砂与水的配比,利用所述干砂与辅料的配比和干砂量计算出辅料的初始添加量,并利用所述干砂与水的配比、干砂量和含水量计算出水的初始添加量;辅料和水实际添加量检测单元,用于检测向尾砂中添加的辅料实际添加量,并且用于检测向尾砂中添加的水实际添加量;补偿器,该补偿器利用从辅料和水实际添加量检测单元接收的辅料的实际添加量和从所述辅料和水初始添加量计算单元接收的辅料的初始添加量计算出对所述辅料初始添加量进行补偿的辅料

补偿值,并且利用从辅料和水实际添加量检测单元接收的水实际添加量和从所述辅料和水初始添加量计算单元接收的水初始添加量计算出对所述水初始添加量进行补偿的水补偿值;辅料和水设定添加量计算单元,该辅料和水设定添加量计算单元利用所述辅料补偿值对所述辅料初始添加量进行补偿,以便计算出辅料设定添加量,并且利用所述水补偿值对所述水初始添加量进行补偿,以便计算出水设定添加量;辅料和水添加控制单元,该辅料和水添加控制单元从辅料和水设定添加量计算单元接收所述辅料设定添加量和水设定添加量、从所述辅料和水实际添加量检测单元接收所述辅料实际添加量和水实际添加量、利用所述辅料实际添加量修正所述辅料设定添加量并且基于修正后的辅料设定添加量控制给料机向搅拌槽内的尾砂中添加的辅料的量、并且利用所述水实际添加量修正所述水设定添加量且基于修正后的水设定添加量控制补水阀向搅拌槽内的尾砂中添加水的量;充填料浆浓度检测单元,用于检测从搅拌槽排出的充填料浆的浓度;和模糊控制单元,该模糊控制单元从料浆浓度检测单元接收检测到的充填料浆浓度,并将检测到的所述充填料浆的浓度与设定值进行比较以便得出充填料浆浓度的偏差,并根据所述偏差模糊控制所述辅料和水初始添加量计算单元修正所述水初始添加量。

[0009] 根据本发明进一步的实施例,所述干砂量和含水量计算单元包括:尾砂流量计,用于测量从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂的流量;尾砂浓度计,用于测量从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂的浓度;和干砂量和含水量计算器,用于利用所述流量和浓度分别计算从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂中的干砂量和含水量。

[0010] 根据本发明进一步的实施例,所述辅料和水初始添加量计算单元包括:比值器,用于设定干砂与辅料的配比以及干砂与水的配比;和辅料和水初始添加量计算器,用于利用干砂与辅料的配比和干砂量计算辅料初始添加量,并且利用干砂与水的配比、干砂量和含水量计算出水初始添加量。

[0011] 进而,辅料和水设定添加量计算单元利用所述补偿器计算出的预定时间段内的辅料补偿值和水补偿值分别对辅料初始添加量和水初始添加量进行补偿。

[0012] 可选地,辅料和水设定添加量计算单元利用所述补偿器计算出的过去所有时刻的辅料补偿值和水补偿值分别对辅料初始添加量和水初始添加量进行补偿。

[0013] 根据本发明进一步的实施例,所述辅料和水实际添加量检测单元包括:检测水流量的第一流量计,例如电磁流量计;和检测辅料流量的第二流量计,例如冲板流量计、核辐射仪或螺旋输送称重计。

[0014] 根据本发明进一步的实施例,所述料浆浓度检测单元为浓度计。

[0015] 根据本发明的另一实施例,提出一种用于控制充填料浆的浓度的模糊控制方法,包括以下步骤:计算从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂中的干砂量和含水量;设定干砂与辅料的配比和干砂与水的配比,利用所述干砂与辅料的配比、干砂与水的配比和干砂量及含水量计算出辅料和水初始添加量;检测向尾砂中添加的辅料实际添加量和水实际添加量;根据辅料实际添加量和辅料初始添加量计算出对所述辅料初始添加量进行补偿的辅料补偿值,并且根据水实际添加量和水初始添加量计算出对所述水初始添加量进行补偿的水补偿值;利用所述辅料补偿值和所述水补偿值对所述辅料初始添加量和水初始添加量进行补偿,以便计算出辅料设定添加量和水设定添加量;利用所述辅料实际添加量修正所述辅料设定添加量并且基于修正后的辅料设定添加量控制给料机向尾砂中添加的辅料的量,利用

所述水实际添加量修正所述水设定添加量且基于修正后的水设定添加量控制补水阀向尾砂中添加水的量；检测充填料浆的浓度；和将检测到的充填料浆浓度与设定值进行比较以便得出浓度偏差，并根据所述偏差通过模糊控制修正水初始添加量。

[0016] 根据本发明进一步的实施例，测量从砂仓流出的尾砂的流量；测量从砂仓流出的尾砂的浓度；和利用所述流量和浓度计算尾砂中的干砂量和含水量。

[0017] 根据本发明进一步的实施例，所述辅料补偿值是利用辅料实际添加量和辅料初始添加量计算出的预定时间段内的辅料补偿值且所述水补偿值是利用水实际添加量和水初始添加量计算出的预定时间段内的水补偿值。

[0018] 根据本发明的进一步实施例，所述辅料补偿值是利用辅料实际添加量和辅料初始添加量计算出的过去所有时刻的辅料补偿值且所述水补偿值是利用水实际添加量和水初始添加量计算出的过去所有时刻的水补偿值。

[0019] 根据本发明的模糊控制设备和模糊控制方法与现有技术相比至少具有如下优点：本发明的模糊控制设备采用了一种模仿批量制备过程的控制，有效地克服了现有技术中辅料和水的添加精度低，充填料浓度的实际波动较大、辅料配比增大、辅料消耗成本增加的缺点。即使制备过程中辅料和水的添加量由于滞后或其它原因没有能跟上尾砂流出量的变化，也可以在一定时间内比较方便地将其差值补上，这样就形成一批批“软”料浆，每批软料浆中各物料的总配比准确，再通过搅拌槽的搅拌作用，能得到比较均匀的充填料浆，且能够比较精确地控制料浆的浓度。既具有批量制备方法中灰砂比和浓度方面容易实现、混配准确性高的优点，又具有充填料连续制备工艺连续性好工艺简单的优点，通过对充填料的浓度进行检测并通过模糊控制单元对所述水初始添加量进行修正。消除了系统的累积误差或偏差，保证了充填料的质量和关键参数。

附图说明

[0020] 图 1 是用于向矿山采空区输送充填料浆的充填系统的示意图；

[0021] 图 2 是根据本发明实施例的控制充填料浆浓度的模糊控制设备的原理图；

[0022] 图 3 是根据本发明另一实施例的控制充填料浆浓度的模糊控制设备的原理图；

[0023] 图 4 是根据本发明实施例的控制充填料浆浓度的模糊控制方法的流程图；

[0024] 图 5 是根据本发明另一实施例的控制充填料浆浓度的模糊控制方法的流程图。

具体实施方式：

[0025] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同的标号表示相同的元件。下面通过参考附图描述的实施例用于解释本发明，所述实施例是示例性的，而不能解释为对本发明的限制。

[0026] 下面首先描述向矿山采空区输送充填料浆的充填系统。图 1 示出了向矿山采空区输送充填料浆的充填系统的示意图。参见图 1，所述充填系统主要包括砂仓 1，辅料仓 2，搅拌槽 3，注水管路 4，和充填管路 5。

[0027] 砂仓 1 中存放有尾砂，而在辅料仓 2 内装有辅料，所述辅料例如为胶结料（如水泥），但并不限于此。尾砂、辅料和水通过各自的管路输送到搅拌槽 3 中，经过搅拌槽 3 搅拌后形成充填料浆，混合而成的充填料浆由充填装置 5 输送到采空区中。另外，搅拌槽 3 上可

以设有料位计 6,用于检测搅拌槽内的充填料浆的液位。

[0028] 在砂仓 1 和搅拌槽 3 之间设置有尾砂控制阀 1.1、尾砂浓度计 1.2、尾砂流量计 1.3 和电动调节阀 1.4,通过控制电动调节阀 1.4 和尾砂控制阀 1.1,可以控制尾砂从砂仓 1 流出到搅拌槽 3 内的量。例如,尾砂浓度计 1.2、尾砂流量计 1.3 可以测量出从砂仓 1 流出到搅拌槽内的尾砂的浓度和流量,从而计算出从砂仓流出到搅拌槽 3 内的尾砂中的干砂质量和含水量。

[0029] 在辅料仓 2 和搅拌槽 3 之间设置有给料机(例如螺旋输送机)2.1 和辅料流量计 2.4,例如给料机 2.1 为螺旋输送机且流量计 2.4 为冲板流量计、核辐射仪或螺旋输送称重计。给料机 2.1 由电动机 2.2 驱动,电动机 2.2 例如由控制单元通过变频器 2.3 控制,通过控制变频器 2.3 控制电动机 2.2 的转速,从而控制螺旋输送机 2.1 的转速,由此控制给料机 2.1 向搅拌槽 3 内输送的辅料的量。向搅拌槽 3 内输送的辅料的量是由从砂仓 1 内供给到搅拌槽 3 内的尾砂中的干砂量和预先设定的干砂量与辅料的配比确定的。

[0030] 在现有技术中,虽然也利用检测到的辅料实际添加量对发送到给料机 2.1 的控制单元的辅料初始添加量进行修正,然而,这个过程中计算出的辅料的实际添加量所对应的尾砂已经提前进入搅拌槽,因此,作为控制单元控制给料机 2.1 的基础的辅料的添加量相对于所对应的尾砂总是存在滞后,因此,辅料的添加量波动大,精度低。本发明就是对根据搅拌槽 3 内的尾砂中的干砂量和干砂量与辅料的配比来控制输送到搅拌槽 3 内的辅料的量进行改进。

[0031] 在注水管路 4 上设置有流量计 4.1 和补水阀 4.2,根据流量计 4.1 可以测出注入到搅拌槽 3 中的水量,补水阀 4.2 可以控制补水量的大小。

[0032] 另外,输送管路 5 上可以设置有流量计 5.1,电动调节阀 5.2,和浓度计 5.3。

[0033] 在现有技术中,如上所述,虽然也利用浓度计 5.3 检测到的从搅拌槽内的排出的料浆浓度的反馈控制向搅拌槽添加水的量,但是其控制效果不是很理想,主要原因有搅拌槽内的浓度检测存在滞后性,而且滞后的时间也是波动的。另外,搅拌槽下方的浓度计日常标定不方便,精度通常较低。

[0034] 根据本发明的模糊控制设备和控制模糊方法可以对尾砂流出量、辅料流出量以及补加的水量的波动做出快速的反映并及时调整辅料的量来达到充填料的平衡。也就是说,除了将辅料和水的实际添加量反馈给给料机和补水阀 4.2 的控制单元(即辅料和水添加控制单元),同时还用辅料和水的实际添加量对辅料和水的初始添加量进行补偿,以便分别得到辅料和水的设定添加量,并且给料机和补水阀的控制单元利用辅料和水的实际添加量进一步对辅料和水的设定添加量分别进行修正,并且利用检测到的料浆浓度对模糊控制所述辅料和水初始添加量计算单元修正所述水初始添加量。这将在下面详细描述。

[0035] 下面参考图 2 描述根据本发明实施例的控制充填料浆浓度的模糊控制设备,图 2 示出根据本发明实施例的控制充填料浆浓度的模糊控制设备的原理图;

[0036] 如图 2 所示,根据本发明实施例的用于控制充填料浓度的模糊控制设备包括:干砂量和含水量计算单元 7,辅料和水初始添加量计算单元 8,辅料和水设定添加量计算单元 9,辅料和水添加控制单元 10,辅料和水实际添加量检测单元 12,和补偿器 11,搅拌槽 3,充填料浆浓度检测单元 11.2,模糊控制器 13。在本发明的实施例中,辅料和水添加控制单元 10 例如可以为 PID 控制器。

[0037] 干砂量和含水量计算单元 7 用于分别计算从砂仓流出到搅拌槽 3 内的尾砂中的干砂量和含水量,并将计算出的干砂量和含水量发送到辅料和水初始添加量计算单元 8。辅料和水初始添加量计算单元 8 预先设定干砂与辅料的配比以及干砂与水的配比,并利用所述干砂与水的配比、干砂量和含水量计算出辅料和水的初始添加量。

[0038] 辅料和水实际添加量检测单元 12 用于检测向搅拌槽内的尾砂中添加的辅料和水的实际添加量并将所述辅料和水的实际添加量反馈到所述辅料和水添加控制单元 10。

[0039] 补偿器 11 从辅料和水实际添加量检测单元 12 接收辅料和水的实际添加量,并且从辅料和水初始添加量计算单元 8 接收辅料和水的初始添加量,同时利用所述辅料的实际添加量和初始添加量计算出对辅料的初始添加量进行补偿的辅料补偿值,并利用水的实际添加量和初始添加量计算出对水的初始添加量进行补偿的水补偿值,然后所述辅料补偿值和水补偿值被发送到辅料和水设定添加量计算单元 9。

[0040] 辅料和水设定添加量计算单元 9 利用所述辅料补偿值对所述辅料初始添加量进行补偿,以便计算出辅料设定添加量,并且利用所述水补偿值对所述水初始添加量进行补偿,以便计算出水设定添加量。

[0041] 辅料和水设定添加量计算单元 9 计算出的辅料和水设定添加量发送给辅料和水添加控制单元 10。辅料和水添加控制单元 10 利用从辅料和水实际添加量检测单元 12 接收的辅料和水的实际添加量分别修正从辅料和水设定添加量计算单元 9 接收的辅料和水设定添加量并基于修正后的辅料设定添加量控制给料机 2.1 向尾砂中添加的辅料的量以及基于修正后的水设定添加量控制补水阀 4.2 向尾砂中添加的水量。

[0042] 充填料浆浓度检测单元 11.2 检测搅拌槽 3 流出的充填料浆的浓度,并将检测到的料浆浓度发送给模糊控制单元 13,模糊控制单元 13 将检测到的充填料的浓度与设定值进行比较计算出浓度偏差,并根据所述偏差模糊控制辅料和水初始添加量计算单元修正所述水初始添加量。

[0043] 需要说明的是,在添加的开始阶段,由于辅料和水实际添加量检测单元 12 还没有检测到辅料和 / 或水的添加,因此辅料和水添加控制单元 10 分别基于辅料和水的初始添加量控制给料机 2.1 和补水阀 4.2 向搅拌槽内添加辅料和水。

[0044] 根据本发明实施例的用于控制充填料浆浓度的模糊控制设备,不但将检测到的辅料和水的实际添加量发送到辅料和水添加控制单元 10,而且将检测到的辅料和水的实际添加量发送给补偿器 11,补偿器 11 利用辅料和水的实际添加量和辅料和水的初始添加量计算出对辅料和水的初始添加的补偿值,辅料和水设定添加量计算单元 9 利用所述补偿值对所述辅料和水初始添加量进行补偿,从而得到辅料和水的设定添加量,辅料和水添加控制单元 10 利用从辅料和水实际添加量检测单元 12 反馈的辅料和水的实际添加量对辅料和水的设定添加量进行修正,并基于修正后的辅料和水设定添加量控制给料机和补水阀向搅拌槽 3 内添加辅料和补加水。

[0045] 同时,模糊控制单元 13 将检测到的充填料的浓度与设定值进行比较得到浓度偏差,并根据所述偏差模糊控制辅料和水初始添加量计算单元 8 修正所述水初始添加量。

[0046] 因此,根据本发明的控制充填料浆浓度的模糊控制设备能够在一定时间内比较方便地将辅料和水初始添加量与辅料和水实际添加量之间的差补上,由此辅料和水的实际添加量相对于与所述辅料和水实际添加量相对应的尾砂和补加水而言不存在滞后,从而能够

根据需要更精确地控制辅料和水的实际添加量,辅料和水的添加量波动小,不需要加大干砂和辅料配比的设定值,从而减少了辅料,例如水泥,的添加量,降低了消耗成本,而且能够利用料浆浓度的偏差模糊控制辅料和水初始添加量计算单元 8 修正所述水初始添加量,从而进一步使得料浆的浓度与期望的值一致。

[0047] 添加辅料和水的控制回路中的采用的很多数据都不是直接与浓度相关,这样所述的辅料和水的控制回路中就会有误差积累,造成搅拌槽 3 内充填料浓度出现偏差。因此本发明对搅拌槽内的充填料的浓度进行检测并通过模糊控制单元对所述水初始添加量进行修正。消除了系统的累积误差或偏差,保证了充填料的质量和关键参数。

[0048] 下面参考图 3 描述根据本发明另一实施例的控制充填料浓度的模糊控制设备的原理图。

[0049] 如图 3 所示,所述干砂量和含水量计算单元 7 可以包括用于测量尾砂浓度的浓度计 1.2、用于测量尾砂流量的流量计 1.3 和干砂量和含水量计算器 7.3,干砂量和含水量计算器 7.3 通过测量得到的尾砂的浓度值和流量值便可计算出干砂的质量和含水量。

[0050] 辅料和水初始添加量计算单元 8 包括:用于设定干砂与辅料的配比以及干砂与水的配比的比值器 8.2 和辅料和水初始添加量计算器 8.1。辅料和水初始添加量计算器 8.1 根据比值器 8.2 所设定的配比和干砂量和含水量计算器 7.3 计算出的干砂质量和含水量分别计算出相应的辅料和水的初始添加量。

[0051] 根据本发明另一实施例的用于控制向尾砂中添加辅料的模糊控制设备的其他构成与上述实施例相同。

[0052] 具体而言,辅料和水实际添加量检测单元 12 将检测到的辅料和水的实际添加量反馈到辅料和水添加控制单元 10。同时,辅料和水实际添加量检测单元 12 将检测到的辅料和水的实际添加量输送到补偿器 11。另外,辅料和水初始添加量计算器 8.1 算出的辅料和水的初始添加量也发送到补偿器 11,补偿器 11 利用辅料和水的所述实际添加量和辅料和水的初始添加量分别计算出对辅料初始添加量进行补偿的辅料补偿值和对水初始添加量进行补偿的水补偿值,所述辅料和水补偿值然后被发送到辅料和水设定添加量计算单元 9。

[0053] 辅料和水设定添加量计算单元 9 利用所述辅料和水的补偿值对辅料和水的初始添加量进行补偿,以便计算出辅料和水的设定添加量。

[0054] 辅料和水设定添加量计算单元 9 计算出的辅料和水的设定添加量发送给辅料和水添加控制单元 10。辅料和水添加控制单元 10 利用从辅料和水实际添加量检测单元 12 接收的辅料和水的实际添加量分别修正从辅料和水设定添加量计算单元 9 接收的辅料和水的设定添加量并基于修正后的辅料和水的设定添加量分别控制给料机 2.1 向尾砂中添加的辅料量和控制补水阀 4.2 向尾砂中添加的水量。

[0055] 更具体而言,比值器 8.2 在可以预先设定或存储干砂与辅料以及干砂与水的配比,上述配比是根据需要得到的充填料浆的要求来设定的。可以将辅料与尾砂以及干砂与水的比值设定在 1 : 40 ~ 1 : 3 之间,例如,比值设定为 1 : 4、1 : 6、1 : 8、1 : 10、1 : 20、1 : 30。这样辅料和水初始添加量计算器 8.1 便按照设定的配比计算辅料和水的初始添加量。

[0056] 根据本发明的实施例,辅料和水实际添加量检测单元 12 包括检测水流量的第一流量计和检测辅料流量的第二流量计,所述第一流量计例如为电磁流量计,而所述第二流

量计例如可以为冲板流量计。

[0057] 根据本发明进一步的实施例,辅料和水设定添加量计算单元 9 利用所述补偿器 11 计算出的预定时间段内的辅料补偿值和水补偿值分别对辅料和水初始添加量进行补偿,这称之为限次补偿。可选地,辅料和水设定添加量计算单元 9 利用所述补偿器 11 计算出的过去所有时刻的辅料补偿值和水补偿值分别对辅料和水初始添加量进行补偿,这称之为全程补偿。这将在下面进行详细描述。

[0058] 下面参考图 4 描述根据本发明实施例的用于控制充填料浆浓度的模糊控制方法,图 4 示出根据本发明实施例的控制充填料浆浓度的模糊控制方法的流程图。

[0059] 如图 4 所示,首先计算从砂仓流到搅拌槽 3 内的尾砂中的干砂量和含水量(步骤 S1)。接着设定干砂与需要向尾砂中添加的辅料的配比以及干砂与需要向尾砂中添加的水的配比(步骤 S2),所述辅料例如为水泥,但不限于水泥。需要说明的是,干砂与辅料的配比以及干砂与水的配比也可以预先设定,而不是在计算出干砂量和含水量之后进行。对于根据本发明的模糊控制方法的步骤而言,并不限于这里描述的顺序,本领域的普通技术人员可以对所述顺序进行调整。

[0060] 在设定了干砂与辅料的配比以及干砂与水的配比后,利用所述干砂量和配比分别计算向尾砂中添加的辅料和水的初始添加量(步骤 S3)。在添加辅料和水的过程中,测量向尾砂中添加的辅料和水的实际添加量(步骤 S4)。将所述辅料和水的实际添加量反馈到辅料和水的初始添加量,以便补偿所述辅料和水的初始添加量从而得到辅料和水的设定添加量(步骤 S5)。分别利用所述辅料和水的实际添加量修正辅料和水的设定添加量(步骤 S6)。同时,计算充填料浆的浓度偏差值从而修正水的初始添加量(步骤 S7)。最后,分别基于修正后的辅料和水的设定添加量控制向尾砂中添加的辅料和水的量(步骤 S8)。同时,检测充填料浆的浓度(步骤 S9);并将检测到的充填料浆浓度与设定值进行比较以便得出浓度偏差,并根据所述偏差通过模糊控制修正水初始添加量(步骤 S10)。

[0061] 因此,根据本发明的模糊控制方法,利用检测的辅料和水的实际添加量补偿辅料和水的初始添加量,得到辅料和水的设定添加量,同时,再利用辅料和水的实际添加量修正辅料和水的设定添加量,最后,基于修正后的辅料和水的设定添加量分别控制辅料和水的添加,同时根据料浆浓度的检测值与设定值之间的偏差通过模糊控制修正水初始添加量。因此,辅料和水的实际添加量相对于与辅料和水的实际添加量向对应的尾砂而言不存在滞后,从而能够根据需要更精确地控制辅料的实际添加量,辅料的添加量波动小,不需要加大所述配比的设定值,从而减少了辅料,例如水泥,的添加量,降低了消耗成本,且消除了系统的累积误差或偏差,保证了充填料的质量和关键参数。

[0062] 下面参考图 5 描述根据本发明另一实施例的用于控制充填料浓度的模糊控制方法。

[0063] 在图 5 示出的实施例中,计算从砂仓 1 流出到搅拌槽 3 内的尾砂中的干砂量和含水量具体包括测量从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂的流量;测量从砂仓流出到搅拌槽内的尾砂的浓度;和利用所述流量和浓度计算尾砂中的干砂质量和含水量。

[0064] 如上所述,干砂与辅料、干砂与水的配比根据需要设定,可以将辅料和水与尾砂的比值分别设定在 1 : 40 ~ 1 : 3 之间,例如,配比设定为 1 : 4、1 : 6、1 : 8、1 : 10、1 : 20、1 : 30。

[0065] 根据此实施例的控制方法的其他步骤与上述实施例的模糊控制方法的步骤相同，这里不再赘述。

[0066] 需要说明的是，虽然设定干砂与辅料和水的配比和计算辅料和水的初始添加量描述为两个单独的步骤，然而这两个步骤可以合并为一个步骤，例如由上述辅料和水初始添加量计算单元 8 完成。

[0067] 根据本发明，利用辅料和水实际添加量补偿所述辅料和水初始添加量以便得到辅料和水设定添加量；利用所述测量的辅料和水实际添加量修正所述辅料和水设定添加量。根据修正后的辅料和水设定添加量向搅拌槽中添加辅料和水。通过此处的补偿和修正克服了由于连续给料使尾砂和辅料实际比值波动较大、难以控制的缺点。因为波动较小，不用提高辅料的混入比例，减小了辅料的混入量、降低了成本。并且利用料浆浓度偏差通过模糊控制修正水初始添加量，消除了系统的累积误差或偏差，保证了充填料的质量和关键参数。

[0068] 如上所述，根据本发明的模糊控制方法，是模仿批量制备过程的模糊控制方法，即使系统的辅料和水的添加量在短时间内由于滞后或其他原因没有跟上尾砂给入量的变化，但使用本发明的模糊控制方法也可以在一定时间内比较方便地将其差值补给上，这样就形成一批批“软”料浆，每批料浆中物料的总配比是比较准确的，这正是利用上述补偿器 11 带来的优点。同时，利用料浆浓度与设定值的偏差通过模糊控制修正水初始添加量，因此可以消除系统的累计误差或偏差对料浆质量的影响。因此，本发明的控制模糊方法可以称为料浆浓度的软批量模糊控制方法。

[0069] 根据本发明进一步的实施例，如上所述，对于利用辅料和水初始添加量和检测到的辅料和水实际添加量计算出补偿值并利用所述补偿值补偿所述辅料和水初始添加量，有两种补偿方法：全程补偿法和限次补偿法。

[0070] 所谓全程补偿法，即将过去所有时刻辅料的补偿值在未来的一个时刻全部进行补偿。全程补偿的具体算法如下：

[0071]

序专	时间	计算 周期	周期 内差值	差值累计	补偿值
1	t1	Δt	Δx_1	$x_1 = \Delta x_1$	$\Delta y_1 = 0$
2	t2	Δt	Δx_2	$x_2 = x_1 + \Delta x_2$	$\Delta y_2 = x_1$
3	t3	Δt	Δx_3	$x_3 = x_2 + \Delta x_3$	$\Delta y_3 = x_2$
4	t4	Δt	Δx_4	$x_4 = x_3 + \Delta x_4$	$\Delta y_4 = x_3$
5	t5	Δt	Δx_5	$x_5 = x_4 + \Delta x_5$	$\Delta y_5 = x_4$
6	t6	Δt	Δx_6	$x_6 = x_5 + \Delta x_6$	$\Delta y_6 = x_5$
.....
n	t _n	Δt	Δx_7	$x_7 = x_{(n-1)} + \Delta x_{(n)}$	$\Delta y_{(n)} = x_{(n-1)}$
.....

[0072] 上表为全程补偿算法计算过程。其中，计算周期为每次计算的时间间隔，周期内的差值为本时间段内应加入的辅料与实际加入的辅料的差值，应加入的辅料的量可以通过比值器根据干砂量及其含水量很方便地算出来。这里，应加入的辅料的量和水量可分别由式 1 和式 2 来计算。

$$[0073] \quad Q_c = \frac{iQ_1 \Delta t c_1 \rho_0}{\rho_0 - (\rho_0 - 1)c_1} \quad (1)$$

[0074] 式中： Q_c ——计算周期内需要添的辅料的量，kg；

[0075] i ——辅料与尾砂的配比。

[0076] Q_1 ——尾砂的流量, m^3/h ;

[0077] C_1 ——尾砂的浓度;

[0078] ρ_0 ——尾砂的密度, kg/m^3 。

$$[0079] \quad Q_s = \frac{Q_c(1-C_2)(1+i)}{iC_2} - \frac{Q_c(1-C_1)}{iC_1} \quad (2)$$

[0080] 式中: Q_s ——计算周期内需要添的水量, kg ;

[0081] C_2 ——充填料浆浓度设定值。

[0082] 所谓限次补偿法,即只将设定时刻内的补偿值对初始添加量进行补偿。限次补偿法的具体算法如下:

[0083] 限次补偿算法中应加入的辅料的量和水量同样也可分别由式 1 和式 2 来计算。只是补偿值的取值范围不同。假设限定的补偿次数为 3 次,则限次补偿算法如下表所示。可以看出全程补偿算法每次进行补偿时把以前的充填料当成一整批来看待。而限次补偿算法中则只将最近一段时间内的充填料作为一批料来对待。

[0084]

序号	时间	计算周期	周期内差值	差值累计	补偿值
1	t_1	Δt	Δx_1	$x_1 = \Delta x_1$	$\Delta y_1 = 0$
2	t_2	Δt	Δx_2	$x_2 = x_1 + \Delta x_2$	$\Delta y_2 = x_1$
3	t_3	Δt	Δx_3	$x_3 = x_2 + \Delta x_3$	$\Delta y_3 = x_2$
4	t_4	Δt	Δx_4	$x_4 = x_3 + \Delta x_4$	$\Delta y_4 = \Delta y_3 + \Delta x_3$
5	t_5	Δt	Δx_5	$x_5 = x_4 + \Delta x_5$	$\Delta y_5 = \Delta y_4 + \Delta x_4 - \Delta x_1$
6	t_6	Δt	Δx_6	$x_6 = x_5 + \Delta x_6$	$\Delta y_6 = \Delta y_5 + \Delta x_5 - \Delta x_2$
7	t_7	Δt	Δx_7	$x_7 = x_6 + \Delta x_7$	$\Delta y_7 = \Delta y_6 + \Delta x_6 - \Delta x_3$
.....
n	t_n	Δt	Δx_n	$x_n = x_{(n-1)} + \Delta x_{(n)}$	$\Delta y_{(n)} = \Delta y_{(n-1)} + \Delta x_{(n-1)} - \Delta x_{(n-m-1)}$
.....

[0085] 相比全程补偿算法,采用限次补偿有如下优点:根据制备工艺要求,通常每次充填作业开始时需要向井下充填一会水或低浓度的充填料以润滑管路,而且砂仓刚开始放砂时由于砂仓需要喷水流化,初始放砂浓度比较低,限次补偿算法只将近一段时间内物料平衡作为目标来进行补偿,当上述情况发生时,在砂仓放砂浓度恢复正常后,能及时地使得搅拌槽内的充填料配比趋向正常。所以测量的误差较小。

[0086] 根据模糊控制的目的,结合实践生产经验,采用如下模糊控制原则:

[0087] (1) 当浓度大于设定值时,偏差越大则增加水量的增量应越大;

[0088] (2) 当浓度小于设定值时,偏差越大则减少的添加水量的减少量应越大;

[0089] (3) 当浓度的变化向差的方向发展时,应在原有基础上根据变化的快慢增加控制量;

[0090] (4) 当浓度的变化向好的方向发展时,可在原有基础上根据变化的快慢减少控制量。

[0091] 上述原则中,调节的是增加水量的变化量,目的是为了系统能保值在平衡点,避免发生振荡。原则(1)、(2)和(3)、(4)分别互为补充。本领域的普通技术人员根据上述控制规则,能够容易地利用浓度偏差及其变化率对水的初始添加量进行模糊控制,这里不再详细赘述。

[0092] 虽然上面描述了向尾砂中添加辅料和水,然而,可以理解的是,尾砂可以用其他主料代替,例如煤矸石,这同样在本发明的范围内。

[0093] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行变化,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

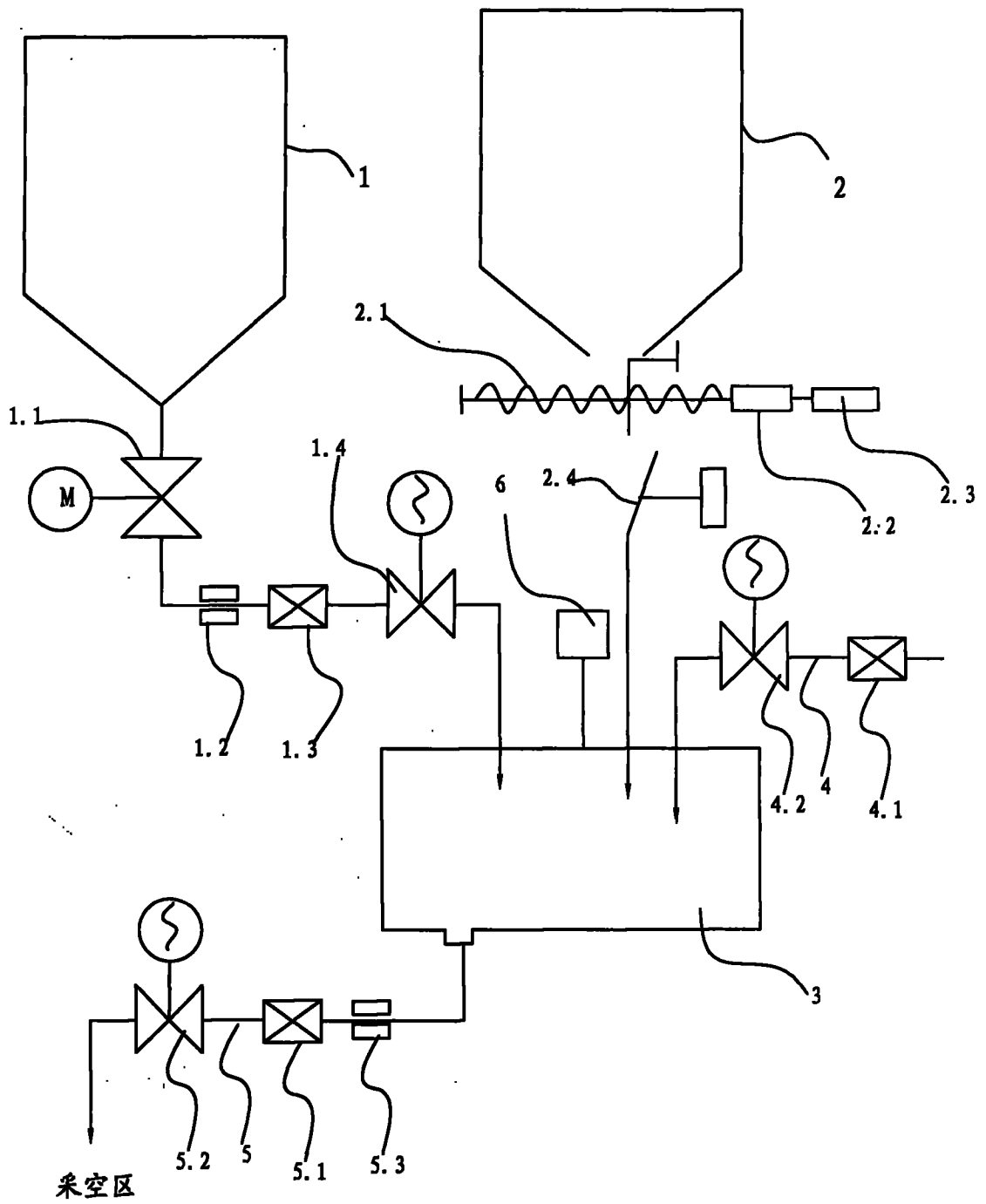


图 1

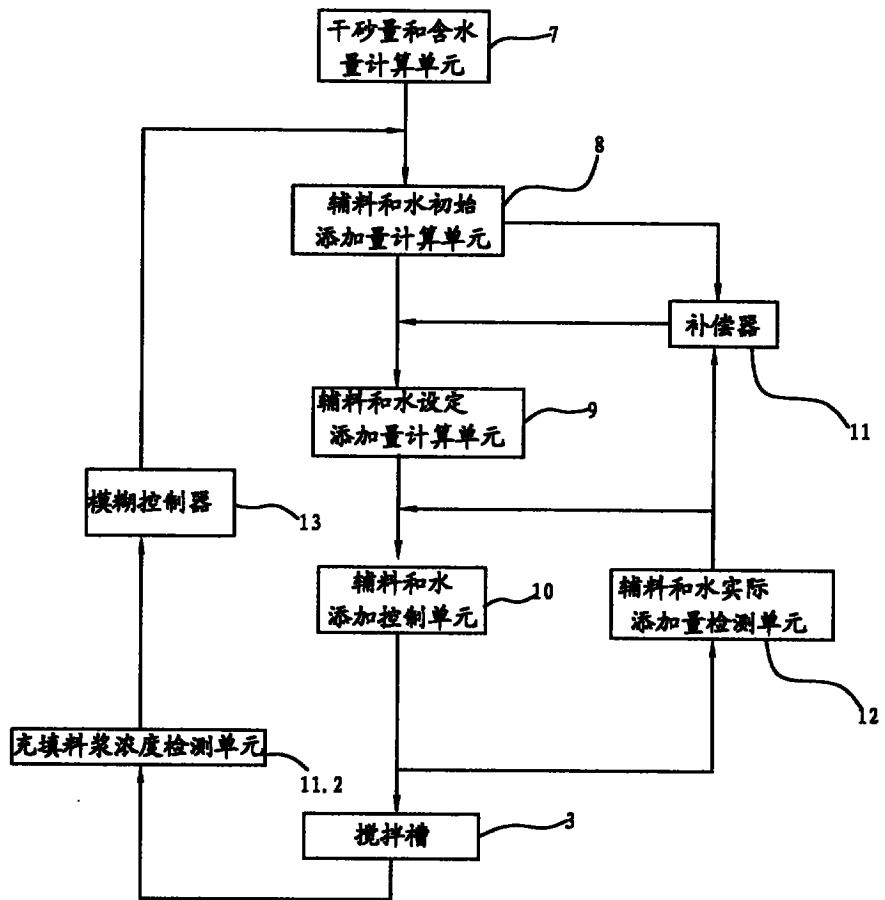


图 2

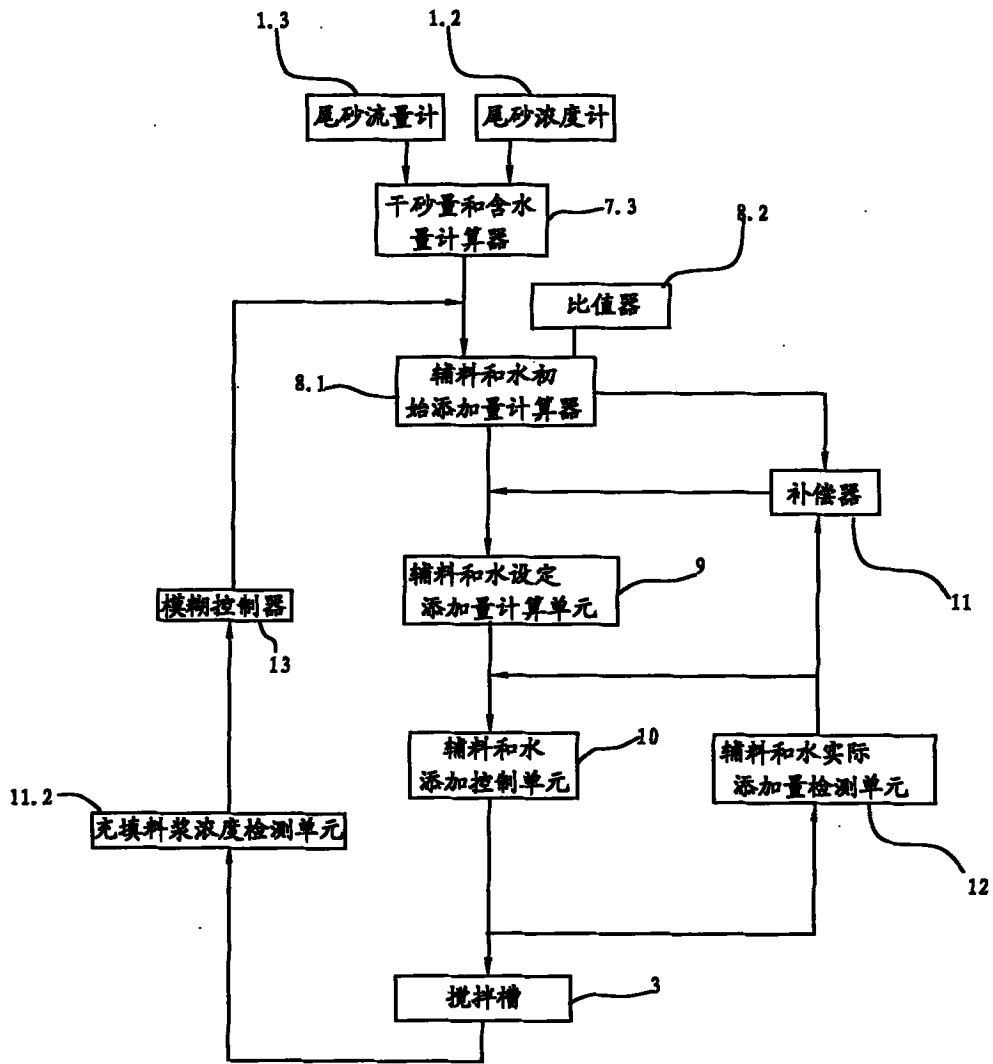


图 3

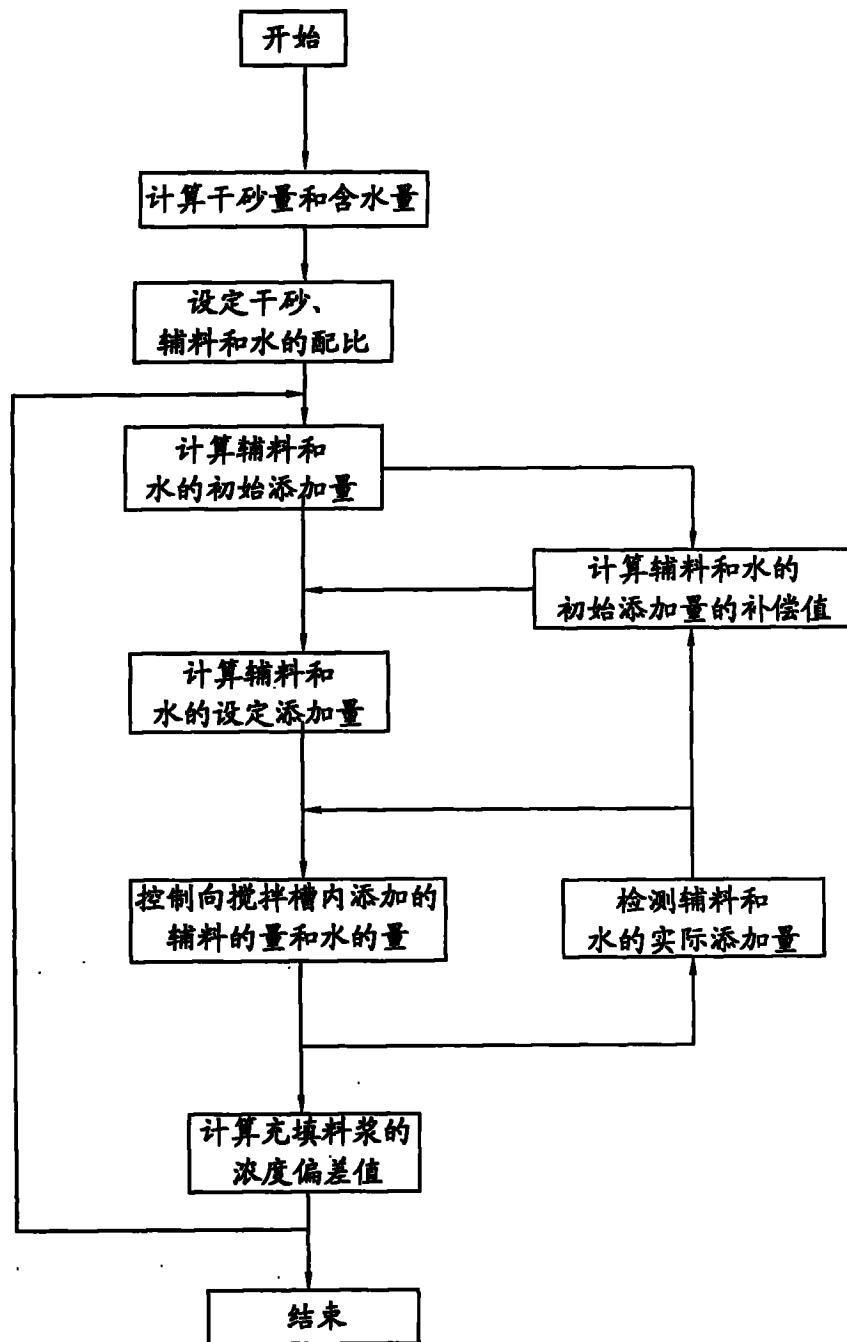


图 4

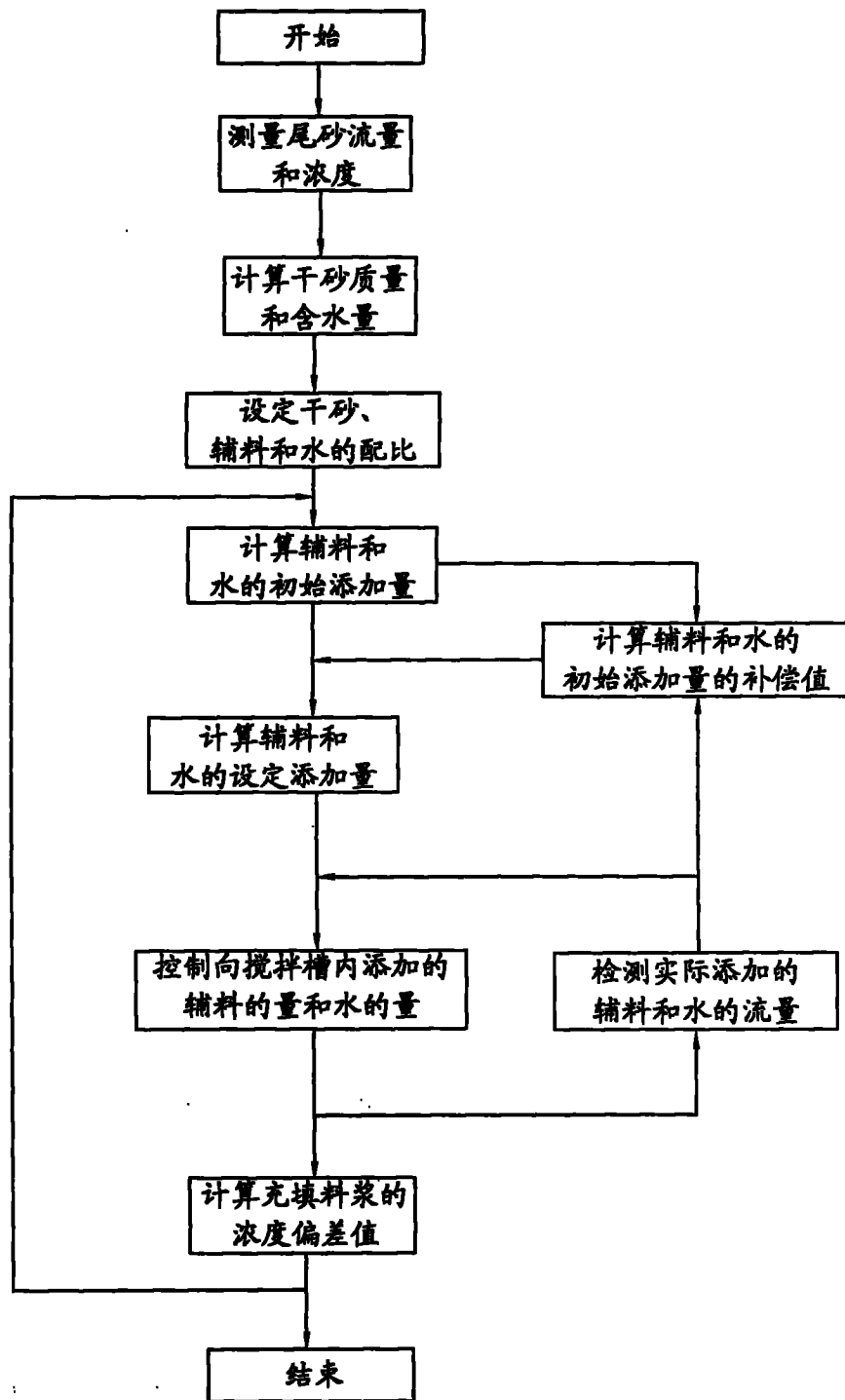


图 5