(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104477629 A
(43)申请公布日 2015.04.01

(21)申请号 201410726867.5

(22)申请日 2014.12.04

(71)申请人 武汉科技大学
地址 430000 湖北省鄂州市和平大道947号
申请人 长江大学

(72)发明人 贾宏禹 孔建益 周思柱

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所 42103
代理人 黎泽洲

(51)Int.Cl.
B65G 47/18(2006.01)
B65G 49/00(2006.01)

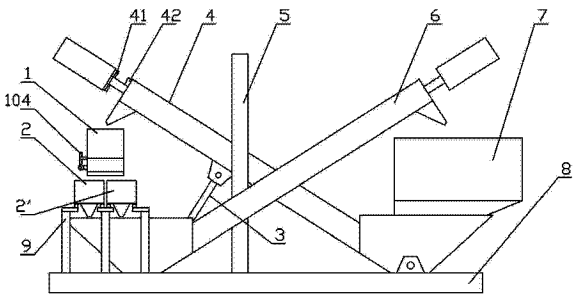
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

输砂机试验装置及方法

(57)摘要

一种输砂机试验装置，试验搅龙的出料口下方设有分流装置，分流装置底部设有可切换的第一出料口和第二出料口，第一出料口下方设有第一称重料斗，第二出料口下方设有第二称重料斗，第一称重料斗和第二称重料斗位于循环搅龙的进料口上方。一种采用上述的试验装置进行输送试验的方法，包括以下步骤：设定试验搅龙的倾角，将分流装置循环切换到第一出料口或第二出料口，利用静态称量得到精确的物料重量，从而得到一个时间段内的平均流量。本发明通过采用上述的装置和方法，可以获得高精度的物料输送瞬时流量和累积流量，误差小于千分之一。从而可以根据实验数据对输送装置进行优化设计，提高输送性能。



CN 104477629 A

1. 一种输砂机试验装置，其特征是：试验搅龙（4）的出料口（43）下方设有分流装置（1），分流装置（1）底部设有可切换的第一出料口（108）和第二出料口（109），第一出料口（108）下方设有第一称重料斗（2），第二出料口（109）下方设有第二称重料斗（2’），第一称重料斗（2）和第二称重料斗（2’）的出料口位于循环搅龙（6）的进料口上方；

循环搅龙（6）的出料口位于储料斗（7）的上方，储料斗（7）位于试验搅龙（4）的进料口（44）上方。

2. 根据权利要求 1 所述的一种输砂机试验装置，其特征是：所述的试验搅龙（4）上设有扭矩传感器（41）和角速度传感器（42），扭矩传感器（41）和角速度传感器（42）与采集装置电连接。

3. 根据权利要求 1 所述的一种输砂机试验装置，其特征是：所述的第一称重料斗（2）和第二称重料斗（2’）分别通过多个称重传感器（21）支承在支架（9）上，称重传感器（21）与采集装置电连接，第一称重料斗（2）和第二称重料斗（2’）的底部分别设有闸门。

4. 根据权利要求 1 所述的一种输砂机试验装置，其特征是：所述的分流装置（1）中，在第一出料口（108）和第二出料口（109）的连接部设有转轴（110），转轴（110）与分料板（103）固定连接，转轴（110）的端头与主动轮（104）固定连接，主动轮（104）与从动轮（105）通过柔性传动件（107）连接，驱动气缸（106）与柔性传动件（107）连接。

5. 根据权利要求 4 所述的一种输砂机试验装置，其特征是：分流装置（1）的上部为分料斗（101），在分料斗（101）与第一出料口（108）和第二出料口（109）连接部位的两侧设有导料板（102）。

6. 根据权利要求 1 所述的一种输砂机试验装置，其特征是：试验搅龙（4）的进料口（44）一端与底板（8）铰接或被底板（8）上的限位块（37）限位，试验搅龙（4）的中部设有可升降的倾角调节装置（3）。

7. 根据权利要求 6 所述的一种输砂机试验装置，其特征是：所述的倾角调节装置（3）中，座板（33）与底板（8）铰接，座板（33）上安装有可旋转不可轴向位移的蜗轮螺母（34），蜗杆（35）与蜗轮螺母（34）的外壁啮合，蜗轮螺母（34）的内壁与螺杆（38）螺纹连接，螺杆（38）与试验搅龙（4）的中部铰接。

8. 一种采用权利要求 1~7 任一项所述的输砂机试验装置进行输砂试验的方法，其特征是包括以下步骤：

一、设定试验搅龙（4）的倾角，将分流装置（1）切换到第一出料口（108），第一称重料斗（2）的闸门关闭；

二、储料斗（7）给试验搅龙（4）的进料口（44）供料，试验搅龙（4）启动送料，设定开始时间（t_0），物料从试验搅龙（4）的出料口（43）排出到分流装置（1），经第一出料口（108）排入到第一称重料斗（2）内，称重传感器（21）开始称重；

三、当采集到称重传感器（21）的数值达到设定值，分流装置（1）切换到第二出料口（109），第一称重料斗（2）的称重传感器（21）称重得到最大值，并得到输送到第一称重料斗（2）的时间段，然后开启闸门排料至循环搅龙（6），同时开始记录输送到第二称重料斗（2’）的时间；

四、分流装置（1）切换到位后，物料经第二出料口（109）排入到第二称重料斗（2’）内，称重传感器（21）开始称重，当采集到称重传感器（21）的数值达到设定值，分流装置（1）切

换到第一出料口(108)；

五、第二称重料斗(2')的的称重传感器(21)称重得到最大值，并得到输送到第二称重料斗(2')的时间段，然后开启闸门排料至循环搅龙(6)；

如此循环，精确测得试验搅龙(4)在一个时间段内输送的物料重量，从而得到该时间段内的平均流量。

9. 根据权利要求 8 所述的一种输送试验方法，其特征是：在步骤三和步骤五中，循环搅龙(6)输送物料至储料斗(7)，储料斗(7)给试验搅龙(4)的进料口(44)供料，形成循环。

10. 根据权利要求 8 所述的一种输送试验方法，其特征是：试验搅龙(4)上设有变频电机，设置的扭矩传感器(41)和角速度传感器(42)与变频电机形成闭环控制。

输砂机试验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输送试验装置领域，特别是一种输砂机试验装置及方法。

背景技术

[0002] 在石油钻采设备中，螺旋输砂器为压裂混砂车的重要组件，现有技术中使用的螺旋输砂器即搅龙，主要由液压马达或电机、进出料斗及螺旋输送装置这三大部分组成。其主要工作指标为驱动功率、输砂量、输送效率。而影响上述工作指标的参数主要有螺旋轴转速、螺旋叶片直径、螺距、螺旋轴直径和螺旋输送器倾斜角度、间隙等参数。通过试验装置可以试验用于研究螺旋输砂器的结构参数和工作参数对工作指标的影响，发现结构参数与工作指标的内在联系，从而为设计高效率的节能型输砂装置提供实践依据。

[0003] 现有技术中没有可供参考的大倾角螺旋输送机的倾角系数、填充系数、摩擦特性等参数；更没有针对可变结构参数、工作参数和输送倾角的多功能循环输砂试验装置。

[0004] 中国专利文献CN 102419257 A公开了一种压裂混砂车输砂试验装置，记载了一种循环输砂装置，采用了固体流量计来测量瞬时流量和累积流量，存在的问题是，固体流量计的精度太低，误差较大，总误差达到5%~10%，难以实现试验的目的。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种输砂机试验装置及方法，可以实现瞬时流量和累积流量的精确测量，从而精确测定转速、螺旋叶片直径、螺旋轴直径、螺距、间隙和倾角对物料输送的单因素和多因素组合影响。还能够用于螺旋输送器产品出厂前的输送试验及性能标定，便于现场使用时通过改变转速对物料输送量的精确控制。

[0006] 为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：一种输砂机试验装置，试验搅龙的出料口下方设有分流装置，分流装置底部设有可切换的第一出料口和第二出料口，第一出料口下方设有第一称重料斗，第二出料口下方设有第二称重料斗，第一称重料斗和第二称重料斗的出料口位于循环搅龙的进料口上方；

循环搅龙的出料口位于储料斗的上方，储料斗位于试验搅龙的进料口上方。

[0007] 所述的试验搅龙上设有扭矩传感器和角速度传感器，扭矩传感器和角速度传感器与采集装置电连接。

[0008] 所述的第一称重料斗和第二称重料斗分别通过多个称重传感器支承在支架上，称重传感器与采集装置电连接，第一称重料斗和第二称重料斗的底部分别设有闸门。

[0009] 所述的分流装置中，在第一出料口和第二出料口的连接部设有转轴，转轴与分料板固定连接，转轴的端头与主动轮固定连接，主动轮与从动轮通过柔性传动件连接，驱动气缸与柔性传动件连接。

[0010] 分流装置的上部为分料斗，在分料斗与第一出料口和第二出料口连接部位的两侧设有导料板。

[0011] 试验搅龙的进料口一端与底板铰接或被底板上的限位块限位，试验搅龙的中部设

有可升降的倾角调节装置。

[0012] 所述的倾角调节装置中，座板与底板铰接，座板上安装有可旋转不可轴向位移的蜗轮螺母，蜗杆与蜗轮螺母的外壁啮合，蜗轮螺母的内壁与螺杆螺纹连接，螺杆与试验搅龙的中部铰接。

[0013] 一种采用上述的输砂机试验装置进行输砂试验的方法，包括以下步骤：

一、设定试验搅龙的倾角，将分流装置切换到第一出料口，第一称重料斗的闸门关闭；

二、储料斗给试验搅龙的进料口供料，试验搅龙启动送料，设定开始时间，物料从试验搅龙的出料口排出到分流装置，经第一出料口排入到第一称重料斗内，称重传感器开始称重；

三、当采集到称重传感器的数值达到设定值，分流装置切换到第二出料口，第一称重料斗的称重传感器称重得到最大值，并得到输送到第一称重料斗的时间段，然后开启闸门排料至循环搅龙，同时开始记录输送到第二称重料斗的时间；

四、分流装置切换到位后，物料经第二出料口排入到第二称重料斗内，称重传感器开始称重，当采集到称重传感器的数值达到设定值，分流装置切换到第一出料口；

五、第二称重料斗的的称重传感器称重得到最大值，并得到输送到第二称重料斗的时间段，然后开启闸门排料至循环搅龙；

如此循环，精确测得试验搅龙在一个时间段内输送的物料重量，从而得到该时间段内的平均流量。

[0014] 在步骤三和步骤五中，循环搅龙输送物料至储料斗，储料斗给试验搅龙的进料口供料，形成循环。

[0015] 试验搅龙上设有变频电机，设置的扭矩传感器和角速度传感器与变频电机形成闭环控制。

[0016] 本发明提供的一种输砂机试验装置及方法，通过采用上述的装置和方法，通过循环静态称重的方法，可以获得高精度的物料输送瞬时流量和累积流量，误差小于千分之一，例如采用欧姆龙的称重传感器，误差可以控制在 0.05% 以内。从而可以根据实验数据对输送装置进行优化设计，提高输送性能。并可利用该试验装置，进行出厂前的输送性能标定试验。

附图说明

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明：

图 1 为本发明的主视结构示意图。

[0018] 图 2 为本发明的左视结构示意图。

[0019] 图 3 为本发明中分流装置的局部放大示意图。

[0020] 图 4 为本发明中倾角调节装置的结构示意图。

[0021] 图 5 为本发明的试验方法流程图。

[0022] 图 6 为本发明中利用分流装置的称重流程图。

[0023] 图中：分流装置 1，分料斗 101，导料板 102，分料板 103，主动轮 104，从动轮 105，驱动气缸 106，柔性传动件 107，第一出料口 108，第二出料口 109，转轴 110，第一称重料斗 2，称重传感器 21，自动闸门 22，第二称重料斗 2’，倾角调节装置 3，倾角铰座 31，螺母座铰座

32，座板 33，蜗轮螺母 34，蜗杆 35，手柄 36，限位块 37，螺杆 38，试验搅龙 4，扭矩传感器 41，角速度传感器 42，出料口 43，进料口 44，限位立柱 5，第一循环搅龙 6，储料斗 7，底板 8，支架 9。

具体实施方式

[0024] 实施例 1 ：

如图 1~4 中，一种输砂机试验装置，试验搅龙 4 的出料口 43 下方设有分流装置 1，分流装置 1 底部设有可切换的第一出料口 108 和第二出料口 109，第一出料口 108 下方设有第一称重料斗 2，第二出料口 109 下方设有第二称重料斗 2’，第一称重料斗 2 的出料口位于循环搅龙 6 的进料口上方，第二称重料斗 2’ 的出料口也位于循环搅龙的进料口上方 ；优选的，所述的第一称重料斗 2 和第二称重料斗 2’ 分别通过多个称重传感器 21 支承在支架 9 上，称重传感器 21 与采集装置电连接，第一称重料斗 2 和第二称重料斗 2’ 的底部分别设有闸门。本例中采用由气缸驱动的自动闸门 22。

[0025] 优选的，本例中的第一称重料斗 2 和第二称重料斗 2’ 的出料口互相靠近，以便于使物料均落入到循环搅龙 6 的进料口。本例中，循环搅龙 6 的进料口采用优化设计，如图 2 中所示，循环搅龙 6 的进料口一侧相对于另一侧较宽，以便于收集第一称重料斗 2 和第二称重料斗 2’ 的出料口落下的物料。优选的，循环搅龙 6 的输送量大于试验搅龙（4）的输送量。

[0026] 循环搅龙 6 的出料口位于储料斗 7 的上方，储料斗 7 位于试验搅龙 4 的进料口 44 上方。由此结构，从试验搅龙 4 输出的物料，例如石英砂在经过第一称重料斗 2 和第二称重料斗 2’ 的精确测量后，又经过循环搅龙 6 输送至储料斗 7，从而实现循环试验，以在更长的时间段内，获得更精确的试验数据，或者通过更长的时间，来测试各个试验参数对试验搅龙 4 输送物料的影响。

[0027] 所述的试验搅龙 4 上设有扭矩传感器 41 和角速度传感器 42，扭矩传感器 41 和角速度传感器 42 与采集装置电连接。由此结构，便于通过 PLC 或工控机实现自动控制，降低试验过程中的劳动强度。优选的，试验搅龙 4 上设有变频电机，通过变化的速度，从而测量不同参数下的试验搅龙 4，在不同速度下的扭矩，通过角速度传感器 42 可以反馈实际转速与变频器输出转速的误差。以实现优化设计。

[0028] 分流装置 1 在现有技术中有较多，例如常用的物料分流器，本例优选的方案如图 3 中所示，所述的分流装置 1 中，在第一出料口 108 和第二出料口 109 的连接部设有转轴 110，转轴 110 与分料板 103 固定连接，本例中的分料板 103 优选采用横截面为内凹弧形板，由此结构，在物料流动中，物料集中在分料板 103 的中轴线，从而对分料板 103 与分流装置 1 的壳体之间的密封要求降低。

[0029] 本例中，转轴 110 的端头伸出分流装置 1 的壳体与主动轮 104 固定连接，主动轮 104 与从动轮 105 通过柔性传动件 107 连接，本例中的柔性传动件 107 包括链条、带齿皮带或三角带等，驱动气缸 106 与柔性传动件 107 连接。本例中，通过链传动机构或皮带传动机构，将驱动气缸 106 的直线运动转换为旋转运动，尤其是在转换过程中，具有缓冲避免损坏零部件。如图 3 左图中，当驱动气缸 106 的活塞杆伸出时，带动柔性传动件 107 向左运动，从而带动主动轮 104 顺时针旋转，转轴 110 和分料板 103 相应顺时针旋转，从而完成分料板 103 的切换，如图 3 中右图所示。物料通道被切换到第二出料口 109。

[0030] 可替换的，也可以在转轴 110 的端头设置连杆，驱动气缸 106 与连杆铰接，通过驱动气缸 106 的伸缩运动，驱动转轴 110 和分料板 103 旋转。但是在该结构中，分料板 103 的旋转为变速运动，会影响料流对称重料斗的冲击，从而影响称量精度。而采用驱动气缸 106 驱动柔性传动件 107 往复运动的方式，则为匀速运动。

[0031] 进一步优选的，驱动气缸 106 缸体内的两端均为有杆腔，即驱动气缸 106 的活塞杆在运行过程中均贯穿整个缸体，由此结构，确保分料板 103 向两侧切换时的速度均为相同，从而提高称量精度。

[0032] 优选的方案如图 3 中，分流装置 1 的上部为分料斗 101，在分料斗 101 与第一出料口 108 和第二出料口 109 连接部位的两侧设有导料板 102，由此结构，避免分料板 103 和分料斗 101 之间的间隙造成物料泄漏，从而称量不准确。本发明中分流装置 1 的优点在于切换控制方便，无漏料，从而利于测量精确，对零件尺寸精度要求低。

[0033] 如图 4 中，试验搅龙 4 的进料口 44 一端与底板 8 铰接或被底板 8 上的限位块 37 限位，试验搅龙 4 的中部设有可升降的倾角调节装置 3。

[0034] 优选的方案中，所述的倾角调节装置 3 中，座板 33 与底板 8 铰接，座板 33 上安装有可旋转不可轴向位移的蜗轮螺母 34，如图 4 中所示，蜗轮螺母 34 被活动镶嵌在座板 33 壳体内，蜗轮螺母 34 的两端设置推力轴承，以使蜗轮螺母 34 只能转动，不能轴向位移。蜗杆 35 与蜗轮螺母 34 的外壁啮合，以通过蜗杆 35 驱动蜗轮螺母 34 旋转，蜗轮螺母 34 的内壁与螺杆 38 螺纹连接，以通过蜗轮螺母 34 的旋转，驱动螺杆 38 升降，螺杆 38 与试验搅龙 4 的中部铰接。由此结构，可以方便地调节试验搅龙 4 的倾角，可以在 35 度到 55 度之间无极调节。本例中，将蜗轮和螺母组合成为一个零件，简化了结构，也便于实现倾角调节装置自锁。图中采用了手柄 36 进行调节的方案，采用电机或液压马达驱动蜗杆 35 旋转进行调节也是可行的。

[0035] 实施例 2 ：

在实施例 1 的基础上，如图 5、6 所示，一种采用上述的试验装置进行输送试验的方法，包括以下步骤 ：

一、通过倾角调节装置 3 设定试验搅龙 4 的倾角，将分流装置 1 切换到第一出料口 108，此时第一称重料斗 2 的闸门关闭，如图 3 中的左图所示 ；

二、储料斗 7 给试验搅龙 4 的进料口 44 供料，优选的，储料斗 7 的出料口位于试验搅龙 4 的进料口 44 顶部以下，以便于实现无需控制地连续供料，试验搅龙 4 上的变频电机或液压马达启动送料，设定开始时间 t_0，物料从试验搅龙 4 的出料口 43 排出到分流装置 1，经第一出料口 108 排入到第一称重料斗 2 内，此时第一称重料斗 2 的称重传感器 21 开始称重 ；优选在称重传感器 21 设定前，将包含有整个第一称重料斗总成的重量设为归零，从而，便于后期计算，在使用一段时间后重新归零。

[0036] 三、当采集到称重传感器 21 的数值达到设定值，例如物料 10 装满整个第一称重料斗 2 的 85% 时，分流装置 1 开始切换分料板 103 到第二出料口 109，由于此时仍有余料从分料板 103 输入，称重传感器 21 继续称重，直至第一称重料斗 2 的称重传感器 21 称重得到最大值，并在重量不再增加时，得到输送到第一称重料斗 2 的时间段，此时分料板 103 已经旋转过水平面。由于采用了静态精确称量，通过去除最后换向阶段的分时计量可得到精确地瞬时流量，在该过程中通过变速可以精确测量变速后对输送流量的影响。如图 6 中所示，由

称重传感器 21 称重得到的重量最大值，除以该时间段，可得到精确的平均流量。然后开启第一称重料斗 2 的自动闸门 22 排料至循环搅龙 6，在第一称重料斗 2 的时间段获得的同时开始记录输送到第二称重料斗 2’ 的时间；

四、分流装置 1 的分料板 103 切换到位后，如图 3 中的右图所示，物料 10 经第二出料口 109 排入到第二称重料斗 2’ 内，称重传感器 21 开始称重，当采集到称重传感器 21 的数值达到设定值，分流装置 1 再次切换到第一出料口 108；

五、第二称重料斗 2’ 的的称重传感器 21 称重得到最大值，并得到输送到第二称重料斗 2’ 的时间段，然后开启闸门排料至循环搅龙 6；

如此循环，精确测得试验搅龙 4 在一个时间段内输送的物料重量，从而得到该时间段内的瞬时流量和平均流量。经过长时间的多次循环，可以获得更为精确的平均流量，或者获得长时间运行对设备各项参数的影响。

[0037] 在步骤三和步骤五中，循环搅龙 6 输送物料至储料斗 7，储料斗 7 给试验搅龙 4 的进料口 44 供料，形成循环。

[0038] 优选的方案中，试验搅龙 4 上设有变频电机，设置的扭矩传感器 41 和角速度传感器 42 与变频电机通过 PLC 或工控机形成闭环控制。例如通过角速度传感器 42 反馈变频电机的输出转速，以实现恒转速的闭环控制，通过设定扭矩值，实现恒扭矩的闭环控制。

[0039] 上述的实施例仅为本发明的优选技术方案，而不应视为对于本发明的限制，本发明的保护范围应以权利要求记载的技术方案，包括权利要求记载的技术方案中技术特征的等同替换方案为保护范围。即在此范围内的等同替换改进，也在本发明的保护范围之内。

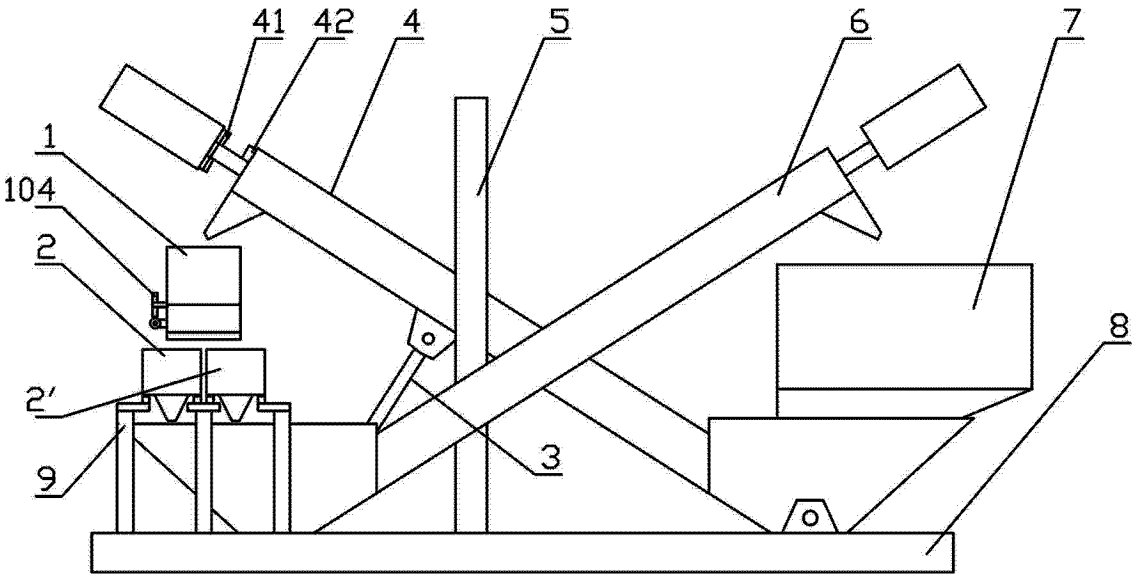


图 1

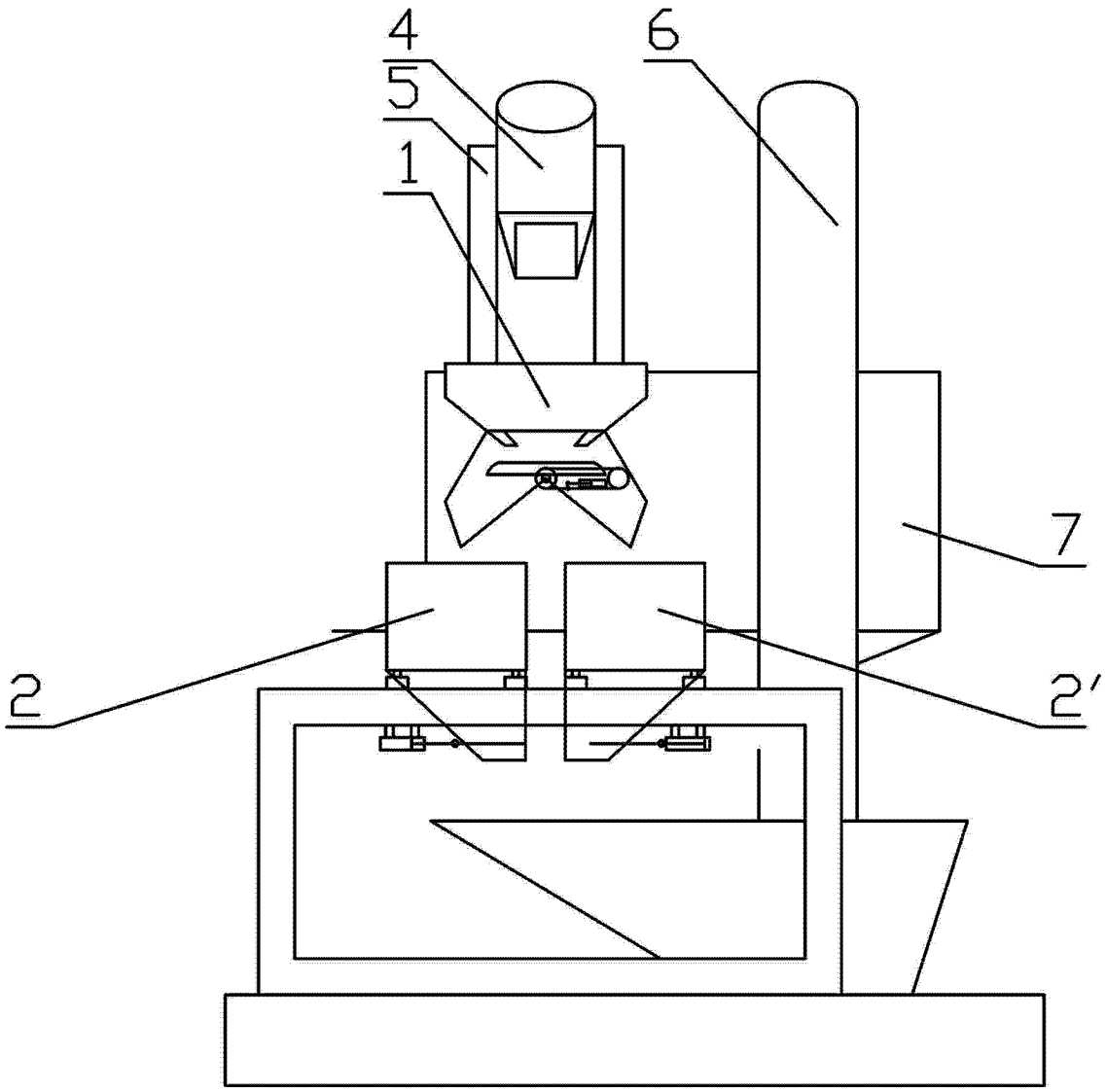


图 2

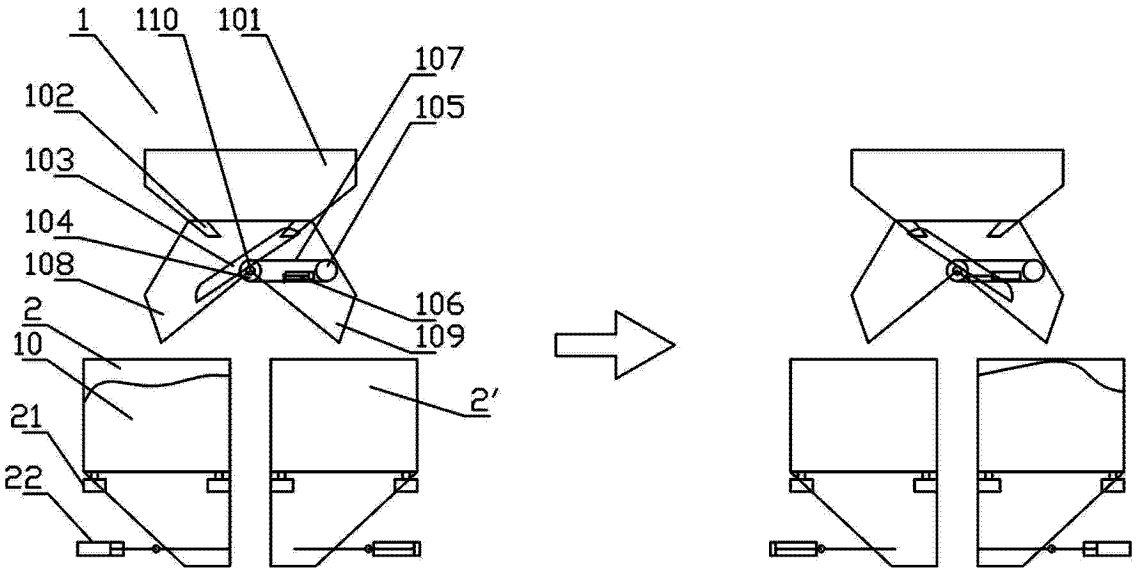

1
110
101
107
105
102
103
104
108
106
109
2
10
2′
21
22

图 3

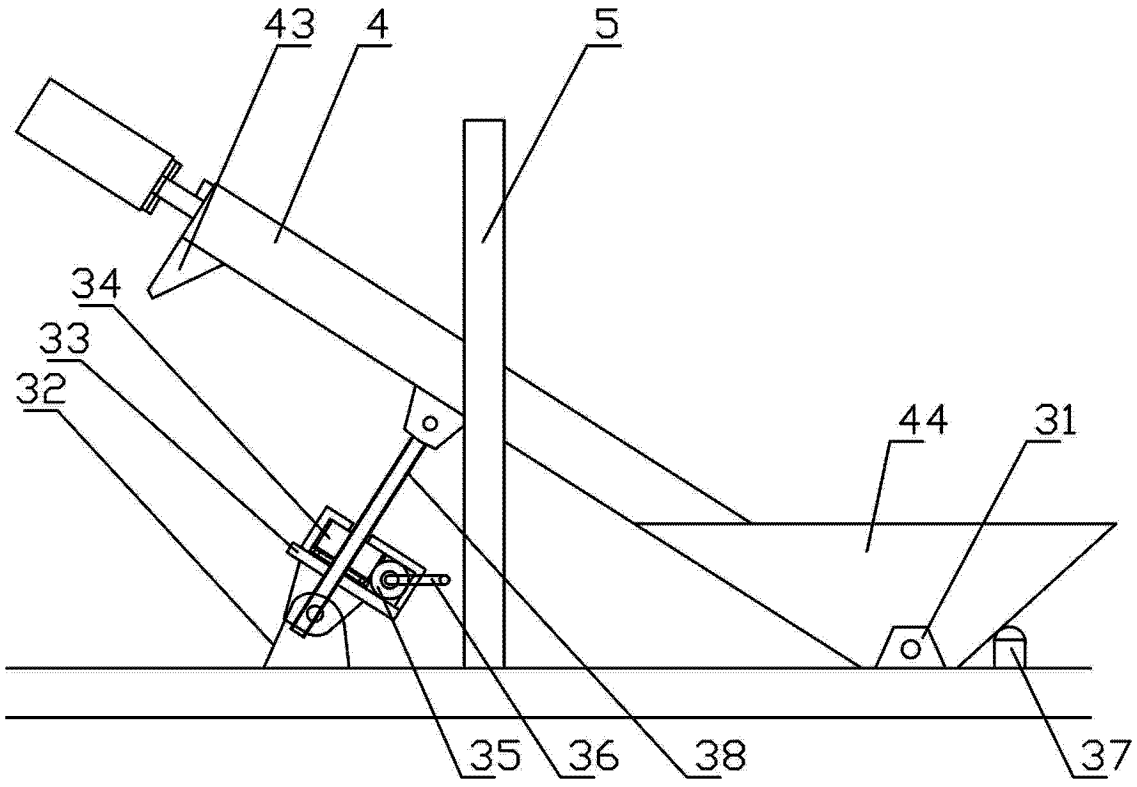

43
4
5
34
33
32
44
31
35
36
38
37

图 4

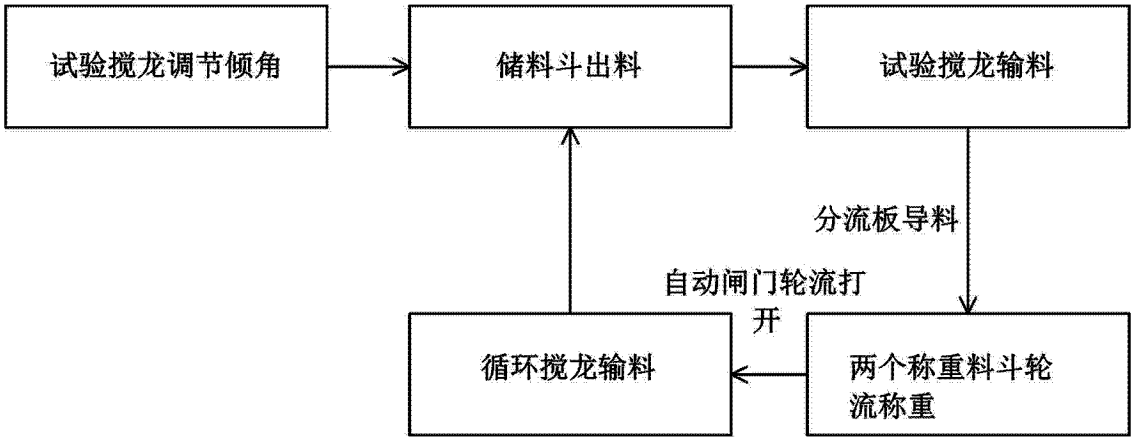

试验搅龙调节倾角
储料斗出料
试验搅龙输料
分流板导料
自动闸门轮流打开
循环搅龙输料
两个称重料斗轮流称重

图 5

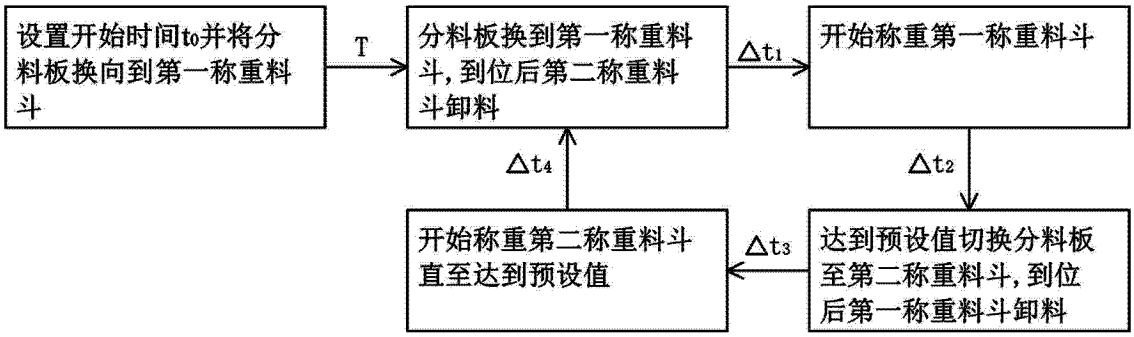

设置开始时间t0并将分料板换向到第一称重料斗
T
分料板换到第一称重料斗，到位后第二称重料斗卸料
Δt1
开始称重第一称重料斗
Δt2
达到预设值切换分料板至第二称重料斗，到位后第一称重料斗卸料
Δt3
开始称重第二称重料斗直至达到预设值
Δt4

图 6