

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 3 月 7 日 (07.03.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/045786 A1

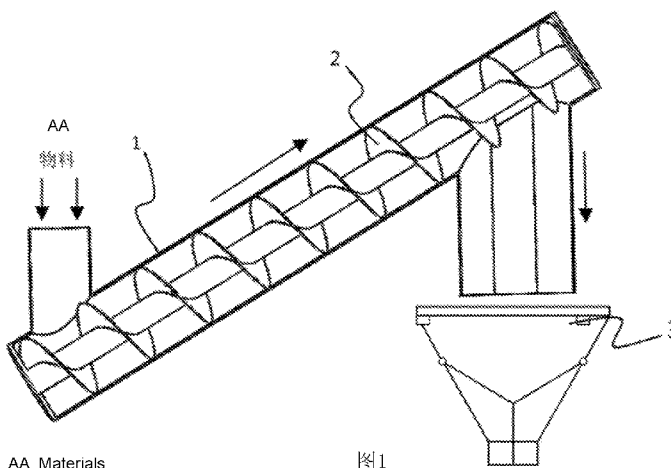
- (51) 国际专利分类号:
G01G 13/16 (2006.01) *B65G 47/44* (2006.01)
B65G 33/14 (2006.01) *B65G 69/00* (2006.01)
B65G 43/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/101280
- (22) 国际申请日: 2023 年 6 月 20 日 (20.06.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211072114.8 2022年9月2日 (02.09.2022) CN
- (71) 申请人: 江苏百灵衡器制造有限公司 (JIANGSU BAILING WEIGHING INSTRUMENT MANUFACTURING CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国

江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。

- (72) 发明人: 江帆 (JIANG, Fan); 中国江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。马金磊 (MA, Jinlei); 中国江苏省徐州市铜山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。孙文杰 (SUN, Wenjie); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。张文海 (ZHANG, Wenhai); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。刘安林 (LIU, Anlin); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。郑朋 (ZHENG, Peng); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。张影 (ZHANG, Ying); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。梁德丰 (LIANG, Defeng); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。解瑞林 (XIE, Ruilin); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。

(54) **Title:** METHOD AND SYSTEM FOR REDUCING DISCHARGE FLUCTUATION OF SPIRALLY CONVEYING MATERIALS FOR WEIGHTLESSNESS SCALE

(54) 发明名称: 一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动方法和系统



(57) **Abstract:** A method and system for reducing the discharge fluctuation of spirally conveying materials for a weightless scale. The method comprises the following steps: 1, optimizing a conveying parameter of a spiral conveyor by means of other optimization algorithms such as a genetic algorithm, so as to ensure a relatively high conveying capacity; 2, optimizing a structural parameter of a funnel (302) by means of other optimization algorithms such as the genetic algorithm, so as to reduce the fluctuation of the quantity of materials falling from a discharge port of the funnel (302); and 3, providing an anti-blocking mechanism to monitor, in real time, materials in the funnel (302) and process the problem of material blocking. The method and system can effectively reduce the fluctuation of outputting materials, and ensure a high material conveying capacity, thereby improving the efficiency of process production.



(CN)。孟娜娜(MENG, Nana); 中国江苏省徐州市铜山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。詹小青(ZHAN, Xiaoqing); 中国江苏省徐州市铜山经济开发区钱江路, Jiangsu 221000 (CN)。姚君(YAO, Jun); 中国江苏省徐州市铜山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。陈涛(CHEN, Tao); 中国江苏省徐州市铜山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司(NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路179号12楼B座, Jiangsu 210005 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动方法和系统, 该方法包括以下步骤: 一、通过遗传算法等其他优化算法对螺旋输送机的输送参数进行优化, 保证有较高的输送能力; 二、通过遗传算法等其他优化算法对漏斗(302)的结构参数进行优化, 降低从漏斗(302)出料口下落的物料量的波动性; 三、设置防堵机构, 对漏斗(302)内的物料实时监测, 并对堵料问题进行处理。该方法及系统可有效地降低输出物料的波动性, 并同时保证高的输送物料能力, 提升了工艺生产的效率。

一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及减小物料波动的领域,具体涉及一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统及出料方法。

背景技术

[0002] 失重称量是一种基于静态称发展起来的自动化控制装置,普遍用于冶金、化工等行业的生产工艺的配料,例如粉料、颗粒料等的计量配送。失重称量可以用于流量控制的连续式配料,控制一定的物料流速向下游装置添加规定质量的物料,用于连续生产过程。

[0003] 失重称量的原理是对计量仓和螺旋输送机整体的质量进行实时监测,通过质量差计算配送物料的量。而螺旋输送机在输出物料时,会出现出料不均匀的现象,即波动性较大,因此会导致失重称量装置监测数据的不稳定,进而导致对物料计量配送产生影响。同时,由于螺旋输送机出料的不稳定,物料波动问题也影响喷枪将物料喷入到冶炼炉的稳定性,影响工业生产效率。

发明内容

[0004] 针对上述存在的技术不足,本发明的目的是提供一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统及出料方法,其能够增加失重称量读数的稳定性和保证生产效率。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0006] 本发明提供一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统,包括设有螺旋叶片的螺旋管,所述螺旋管的出料口下方设有与其适配的波动减小机构,所述波动减小机构包括漏斗,所述漏斗进料口下边缘设有若干压电传感器,所述压电传感器用于对漏斗以及漏斗内物料进行实时失重称量监测,所述漏斗的出料口由若干能够向外侧翻转的活动扇叶拼合而成,所述活动扇叶能够打开使漏斗内堵塞的物料快速下落。

[0007] 优选地,所述活动扇叶通过其上端连接的转机机构控制其旋转角度,转机机构与漏斗斜面底部的距离为斜面总长度的三分之二,所述活动扇叶的数目为三个,在转机机构的带动下,以活动扇叶上端为圆心最大可向外侧旋转 15° ,所述转机机构电性连接控制器。

[0008] 优选地,所述螺旋管的出料口与漏斗的进料口通过柔性管连通,漏斗进料口的直径为600mm,漏斗进料口上表面在螺旋管出料口下方80mm~100mm处,安装保证漏斗的锥体中轴线保证竖直。

[0009] 本发明还提供一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的出料方法,包括以下步骤:

[0010] 步骤一、确定螺旋管的螺旋输送能力;螺旋输送能力的数学模型如下:

$$[0011] \quad Q=47D^2Hn\varphi\rho C;$$

[0012] 其中,D为螺旋叶片的公称直径,H为螺旋轴的螺距, φ 为输送物料颗粒的填充率,n为螺旋叶片的转速,C为螺旋输送机的倾斜系数, ρ 为物料的单位容积质量;

[0013] 步骤二、根据仿真得到物料在一个螺旋叶片螺距内物料下落的实时波动量,求出

一个周期内的物料输送平均量,

$$[0014] \quad \bar{q} = \frac{\sum q_i}{t};$$

[0015] q_i 为 t_i 时刻的物料量, t 为螺旋叶片一个螺距旋转周期的时间, $\bar{q}$ 为在 t 内物料量的平均值;

[0016] 步骤三、建立漏斗堆积模型, t_b 为一个周期物料开始下落的时刻, t_e 为一个周期内物料落完的时刻, 漏斗堆积模型如下:

[0017] 前一个周期的 $t_e - 0.1s$ = 下一个周期的 t_b ;

[0018] 步骤四、对漏斗的锥形斜面与竖直线的夹角 (α)、漏斗出口直径 (d)、漏斗深度 (h) 进行多参数优化, 形成波动减小机构中的漏斗本体。

[0019] 优选地, 步骤四中, 优化步骤如下:

[0020] (1) 确定螺旋输送能力优化目标: 根据步骤一, 以螺旋输送能力 Q 为优化目标函数;

[0021] (2) 确定螺旋输送参数优化的约束条件, 假设约束条件函数为 $g_m(x)$:

$$[0022] \quad \begin{cases} g_1(x): P = \xi \frac{VL\mu / 367 + DL / 20 + VS \sin \beta / 367}{\eta} \leq P_m \\ g_2(x): f_{\max} \leq [f] \\ g_3(x): n_{\min} \leq n \leq n_{\max} \\ g_4(x): \tau \leq [\tau] \\ g_5(x): \eta \geq [\eta] \end{cases},$$

[0023] $g_1(x)$ 为输送机功率的限制: 即螺旋输送机的负载运行的功率损耗的要求, 其中, P_m 为电机的额定功率, P 为螺旋输送机在负载运行条件下的功率, V 为输送量, L 为输送距离, S 为倾斜高度, μ 为运行阻力系数, ξ 为功率储备系数, β 为摩擦角, η 为电动机传动效率;

[0024] $g_2(x)$ 为刚度限制: 即螺旋输送机最大挠度应低于许用值, 其中, $f_{\max}$ 为螺旋输送机的最大挠度, $[f]$ 为最大许用挠度;

[0025] $g_3(x)$ 为输送机的转速限制: 其中, n 为螺旋当前转速, $n_{\min}$ 为最低许用转速, $n_{\max}$ 为最高许用转速, 设定 $n_{\min} = 50r/m$, $n_{\max} = 120r/m$;

[0026] $g_4(x)$ 为输送机扭转强度的限制: 其中, τ 为输送机螺旋轴的极限剪应力, $[\tau]$ 为许用剪应力;

[0027] $g_5(x)$ 为输送机效率限制: 其中, η 为螺旋输送机的输送效率, $[\eta]$ 为螺旋输送机允许的最小输送效率;

[0028] (3) 根据步骤 (1)、(2) 得到最佳输送方案:

$$[0029] \quad Q \xrightarrow{g_m(x)} g(D_m, H_m, \varphi_m, n_m);$$

[0030] 其中, D_m 为螺旋叶片的优化公称直径, H_m 为螺旋轴的优化螺距, φ_m 为输送物料颗粒的优化填充率, n_m 为螺旋叶片的优化转速;

[0031] (4) 根据步骤 (3) 得到的输送方案 $g(D_m, H_m, \varphi_m, n_m)$, 对漏斗进行结构优化, 确定漏斗波动性能优化目标:

$$[0032] \quad C = \frac{P_U - P_D}{\bar{p}};$$

[0033] 其中, P_U 为物料持续稳定下落时, 漏斗下料口出料波峰的平均物料量, P_D 为漏斗下料口出料波谷的平均物料量, $\bar{p}$ 为物料持续稳定下落时漏斗下料口出料的平均物料量, C 为波动性能值, $0 \leq C \leq 2$, C 越接近 0 物料波动越小, 越接近 2 波动越大;

[0034] (5) 确定漏斗参数优化的约束条件, 假设约束条件函数为 $e_m(x)$:

$$[0035] \quad \begin{cases} e_1(x): \bar{p} = \bar{q} \times (1 \pm 1\%) \\ e_2(x): 0 \leq C \leq 0.3 \\ e_3(x): 20^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ \\ e_4(x): 150\text{mm} \leq d \leq 250\text{mm} \\ e_5(x): 350\text{mm} \leq h \leq 600\text{mm} \end{cases},$$

[0036] 其中, $e_1(x)$ 为物料平均量限制; 波动性能限制: $e_2(x): 0 \leq C \leq 2$; $e_3(x)$ 为漏斗的锥形斜面与竖直线的夹角限制; $e_4(x)$ 为漏斗出口直径限制; $e_5(x)$ 漏斗深度限制。

[0037] (6) 根据步骤 (4)、(5) 得到漏斗机构最佳参数方案:

$$[0038] \quad C \xrightarrow{e_m(x)} g(\alpha_m, h_m, d_m);$$

[0039] 其中, α_m 为漏斗的锥形斜面与竖直线的优化夹角, h_m 为漏斗优化深度, d_m 为漏斗优化出口直径。

[0040] 本发明还提供一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的防堵方法, 包括以下步骤:

[0041] 步骤一、在漏斗上安装三个均布的压电传感器, 压电传感器电性连接控制器, 控制器电性连接蜂鸣器;

[0042] 步骤二、对漏斗进行堵料监测, 包括以下步骤:

[0043] (1) 采用三个均布的压电传感器实时监测漏斗以及漏斗内物料的质量, 设三个压电传感器的实时监测值分别为 m_1, m_2, m_3 , 则总质量为 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$;

[0044] (2) 在控制器中设定质量阈值为 $[m]$, 当步骤 (1) 计算的总质量 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$ 大于质量阈值 $[m]$ 时, 判断漏斗出料口堵塞; 否则漏斗出料口未堵塞, 重复步骤 (1);

[0045] 步骤三、当发生堵塞时, 控制器发出指令, 转机机构带动活动扇叶打开, 蜂鸣器报警;

[0046] 步骤四、控制器控制转机机构工作带动活动扇叶关闭, 控制器控制蜂鸣器取消报警, 重复步骤一、步骤二。

[0047] 优选地, 采用数据处理器实现步骤一和步骤二, 所述数据处理器包括计算模块和比较模块,

[0048] 所述的计算模块根据其内部存储的求和公式, 计算三个压电传感器的实时监测数据之和 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$,

[0049] 所述的比较模块判断 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$ 是否大于 $[m]$, 当判断结果为“Y”时, 输出堵料指令。

[0050] 优选地, 采用电机驱动实现步骤三和步骤四, 所述的电机驱动包括执行模块与恢

复模块，

[0051] 所述的执行模块在堵料指令的输入下，转化为电信号使电机工作，电机驱动转机机构工作打开活动扇叶；

[0052] 所述的恢复模块在延迟5s的堵料指令结束时刻输出延迟5s的恢复指令，转化为电信号使电机工作，电机驱动转机机构关闭活动扇叶。

[0053] 本发明的有益效果在于：

[0054] 1、本发明通过遗传算法对螺旋管的螺旋输送参数进行优化得到输送性能高的输送参数，能够有效地提高螺旋管的输送性能，提高生产效率；

[0055] 2、本发明通过对漏斗的结构参数进行优化，使物料的波动降低，从而提高了漏斗下落物料的稳定性，从漏斗下落的物料后面在喷枪的作用下喷入到冶炼炉里，进而也提高了喷枪喷入到冶炼炉里的物料量的稳定性，降低了冶炼能源的消耗；

[0056] 3、本发明提供的设置防堵料的系统与方法，代替了传统人工监测，同时当发生堵塞时，也能够自动处理堵料问题，替代了人工手动疏通，提高了安全性与生产效率，减小了劳动工人的劳动形式，节约了劳动时间。

附图说明

[0057] 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，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地介绍，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他的附图。

[0058] 图1为本发明实施例提供的一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的结构示意图；

[0059] 图2为本发明实施例提供的波动减小机构的正视图；

[0060] 图3为本发明实施例提供的波动减小机构的仰视图；

[0061] 图4为本发明实施例提供的一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的防堵方法的流程图；

[0062] 图5为本发明实施例提供的活动扇叶打开的示意图；

[0063] 图6为本发明实施例提供的遗传算法优化流程图；

[0064] 图7为本发明实施例提供的漏斗出口处的物料波动图；

[0065] 图8为本发明实施例提供的物料原始波动与减小波动后的仿真对比图。

[0066] 附图标记说明：

[0067] 1-螺旋管，2-螺旋叶片，3-波动减小机构，301-压电传感器，302-漏斗，303-转机机构，304-活动扇叶。

具体实施方式

[0068] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0069] 如图1至图8所示,本发明实施例提供一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统,包括设有螺旋叶片2的螺旋管1,所述螺旋管1的出料口下方设有与其适配的波动减小机构3,所述波动减小机构3包括漏斗302,所述漏斗302进料口下边缘设有若干压电传感器301,所述压电传感器301用于对漏斗302以及漏斗302内物料进行实时失重称量监测,所述漏斗302的出料口由若干能够向外侧翻转的活动扇叶304拼合而成,所述活动扇叶能够打开使漏斗内堵塞的物料快速下落。

[0070] 所述活动扇叶304通过转机机构303控制其旋转角度,转机机构与漏斗斜面底部的距离为斜面总长度的三分之二,漏斗下端平均分割为3个相同的活动扇叶304,活动扇叶304的上端与转机机构连接,在转机机构的带动下,以活动扇叶上端为圆心最大可向外侧旋转 15° ,所述转机机构选用驱动电机,驱动电机电性连接控制器,如图5,虚线位置为活动扇叶打开的位置。

[0071] 所述螺旋管1的出料口与漏斗302的进料口通过柔性管连通,漏斗进料口的直径为600mm,漏斗进料口上表面在螺旋管出料口下方80mm~100mm处,安装保证漏斗的锥体中轴线保证竖直。

[0072] 本发明实施例还提供一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的出料方法,包括以下步骤:

[0073] 步骤一、确定螺旋管1的螺旋输送能力;螺旋输送能力的数学模型如下:

$$[0074] \quad Q=47D^2Hn\varphi\rho C;$$

[0075] 其中,D为螺旋叶片的公称直径,H为螺旋轴的螺距, φ 为输送物料颗粒的填充率,n为螺旋叶片的转速,C为螺旋输送机的倾斜系数, ρ 为物料的单位容积质量;

[0076] 步骤二、根据仿真得到物料在一个螺旋叶片螺距内物料下落的实时波动量,求出一个周期内的物料输送平均量,

$$[0077] \quad \bar{q} = \frac{\sum q_i}{t};$$

[0078] q_i 为 t_i 时刻的物料量,t为螺旋叶片一个螺距旋转周期的时间, $\bar{q}$ 为在t内物料量的平均值;

[0079] 步骤三、建立漏斗堆积模型, t_b 为一个周期物料开始下落的时刻, t_e 为一个周期内物料落完的时刻,漏斗堆积模型如下:

[0080] 前一个周期的 $t_e-0.1s$ =下一个周期的 t_b ;

[0081] 步骤四、对漏斗的锥形斜面与竖直线的夹角(α)、漏斗出口直径(d)、漏斗深度(h)进行多参数优化,形成波动减小机构中的漏斗本体。

[0082] 步骤四中,优化步骤如下:

[0083] (1) 确定螺旋输送能力优化目标;根据步骤一,以螺旋输送能力Q为优化目标函数;

[0084] (2) 确定螺旋输送参数优化的约束条件,假设约束条件函数为 $g_m(x)$;

$$[0085] \quad \begin{cases} g_1(x): P = \xi \frac{VL\mu / 367 + DL / 20 + VS \sin \beta / 367}{\eta} \leq P_m \\ g_2(x): f_{\max} \leq [f] \\ g_3(x): n_{\min} \leq n \leq n_{\max} \\ g_4(x): \tau \leq [\tau] \\ g_5(x): \eta \geq [\eta] \end{cases},$$

[0086] $g_1(x)$ 为输送机功率的限制:即螺旋输送机的负载运行的功率损耗的要求,其中, P_m 为电机的额定功率, P 为螺旋输送机在负载运行条件下的功率, V 为输送量, L 为输送距离, S 为倾斜高度, μ 为运行阻力系数, ξ 为功率储备系数, β 为摩擦角, η 为电动机传动效率;

[0087] $g_2(x)$ 为刚度限制:即螺旋输送机最大挠度应低于许用值,其中, $f_{\max}$ 为螺旋输送机的最大挠度, $[f]$ 为最大许用挠度;

[0088] $g_3(x)$ 为输送机的转速限制:其中, n 为螺旋当前转速, $n_{\min}$ 为最低许用转速, $n_{\max}$ 为最高许用转速,设定 $n_{\min}=50\text{r/m}$, $n_{\max}=120\text{r/m}$;

[0089] $g_4(x)$ 为输送机扭转强度的限制:其中, τ 为输送机螺旋轴的极限剪应力, $[\tau]$ 为许用剪应力;

[0090] $g_5(x)$ 为输送机效率限制:其中, η 为螺旋输送机的输送效率, $[\eta]$ 为螺旋输送机允许的最小输送效率;

[0091] (3) 根据步骤(1)、(2)得到最佳输送方案:

$$[0092] \quad Q \xrightarrow{g_m(x)} g(D_m, H_m, \varphi_m, n_m);$$

[0093] 其中, D_m 为螺旋叶片的优化公称直径, H_m 为螺旋轴的优化螺距, φ_m 为输送物料颗粒的优化填充率, n_m 为螺旋叶片的优化转速;

[0094] (4) 根据步骤(3)得到的输送方案 $g(D_m, H_m, \varphi_m, n_m)$,为了减小物料的波动性在螺旋管1出料口的下方设置了波动减小机构3,本发明对波动减小的结构参数采用遗传优化算法等其他优化算法进行了优化设计,使得从波动减小机构3的出料口处下落的物料波动最小,确定漏斗波动性能优化目标:

$$[0095] \quad C = \frac{P_U - P_D}{\bar{p}};$$

[0096] 其中, P_U 为物料持续稳定下落时,漏斗下料口出料波峰的平均物料量, P_D 为漏斗下料口出料波谷的平均物料量, $\bar{p}$ 为物料持续稳定下落时漏斗下料口出料的平均物料量, C 为波动性能值, $0 \leq C \leq 2$, C 越接近0物料波动越小,越接近2波动越大;

[0097] (5) 确定漏斗参数优化的约束条件,假设约束条件函数为 $e_m(x)$:

$$[0098] \quad \begin{cases} e_1(x): \bar{p} = \bar{q} \times (1 \pm 1\%) \\ e_2(x): 0 \leq C \leq 0.3 \\ e_3(x): 20^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ \\ e_4(x): 150\text{mm} \leq d \leq 250\text{mm} \\ e_5(x): 350\text{mm} \leq h \leq 600\text{mm} \end{cases},$$

[0099] 其中, $e_1(x)$ 为物料平均量限制; 波动性能限制: $e_2(x): 0 \leq C \leq 2$; $e_3(x)$ 为漏斗的锥形斜面与竖直线的夹角限制; $e_4(x)$ 为漏斗出口直径限制; $e_5(x)$ 漏斗深度限制。

[0100] (6) 根据步骤(4)、(5)得到漏斗机构最佳参数方案:

[0101] $C \xrightarrow{e_m(x)} g(\alpha_m, h_m, d_m)$;

[0102] 其中, α_m 为漏斗的锥形斜面与竖直线的优化夹角, h_m 为漏斗优化深度, d_m 为漏斗优化出口直径。

[0103] 为了解决波动减小机构3在工作时出现堵料的问题, 本发明实施例还提供一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的防堵方法, 包括以下步骤:

[0104] 步骤一、在漏斗上安装三个均布的压电传感器, 压电传感器电性连接控制器, 控制器电性连接蜂鸣器;

[0105] 步骤二、对漏斗进行堵料监测, 包括以下步骤:

[0106] (1) 采用三个均布的压电传感器实时监测漏斗以及漏斗内物料的质量, 设三个压电传感器的实时监测值分别为 m_1, m_2, m_3 , 则总质量为 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$;

[0107] (2) 在控制器中设定质量阈值为 $[m]$, 当步骤(1)计算的总质量 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$ 大于质量阈值 $[m]$ 时, 判断漏斗出料口堵塞; 否则漏斗出料口未堵塞, 重复步骤(1);

[0108] 步骤三、当发生堵塞时, 控制器发出指令, 转机机构带动活动扇叶打开, 蜂鸣器报警;

[0109] 步骤四、控制器控制转机机构工作带动活动扇叶关闭, 控制器控制蜂鸣器取消报警, 重复步骤一、步骤二。

[0110] 采用数据处理器实现步骤一和步骤二, 所述数据处理器包括计算模块和比较模块,

[0111] 所述的计算模块根据其内部存储的求和公式, 计算三个压电传感器的实时监测数据之和 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$,

[0112] 所述的比较模块判断 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$ 是否大于 $[m]$, 当判断结果为“Y”时, 输出堵料指令。

[0113] 采用电机驱动实现步骤三和步骤四, 所述的电机驱动包括执行模块与恢复模块,

[0114] 所述的执行模块在堵料指令的输入下, 转化为电信号使电机工作, 电机驱动转机机构工作打开活动扇叶;

[0115] 所述的恢复模块在延迟5s的堵料指令结束时刻输出延迟5s的恢复指令, 转化为电信号使电机工作, 电机驱动转机机构关闭活动扇叶。

[0116] 如图8所示, 通过仿真软件模拟了螺旋管1内的物料不经波动减小机构3和经过波动减小机构3两种情况下物料的波动情况, 图示出了经过波动减小机构3的物料的下落波动性更小, 更加验证了本发明所述方法与系统的适用性。

[0117] 显然, 本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样, 倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内, 则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求 书

1. 一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统, 包括设有螺旋叶片的螺旋管, 其特征在于, 所述螺旋管的出料口下方设有与其适配的波动减小机构, 所述波动减小机构包括漏斗, 所述漏斗的进料口下边缘设有若干压电传感器, 所述压电传感器用于对漏斗以及漏斗内物料进行实时失重称量监测, 所述漏斗的出料口由若干能够向外侧翻转的活动扇叶拼合而成, 所述活动扇叶能够打开使漏斗内堵塞的物料快速下落。

2. 如权利要求1所述的一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统, 其特征在于, 所述活动扇叶通过其上端连接的转机机构控制其旋转角度, 转机机构与漏斗斜面底部的距离为斜面总长度的三分之二, 所述活动扇叶的数目为三个, 在转机机构的带动下, 以活动扇叶上端为圆心最大可向外侧旋转 15° , 所述转机机构电性连接控制器。

3. 如权利要求1所述的一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统, 其特征在于, 所述螺旋管的出料口与漏斗的进料口通过柔性管连通, 漏斗进料口的直径为600mm, 漏斗进料口上表面在螺旋管出料口下方80mm~100mm处, 安装保证漏斗的锥体中轴线保证竖直。

4. 一种如权利要求2所述的减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的出料方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤一、确定螺旋管的螺旋输送能力; 螺旋输送能力的数学模型如下:

$$Q=47D^2Hn\varphi\rho C;$$

其中, D 为螺旋叶片的公称直径, H 为螺旋轴的螺距, φ 为输送物料颗粒的填充率, n 为螺旋叶片的转速, C 为螺旋输送机的倾斜系数, ρ 为物料的单位容积质量;

步骤二、根据仿真得到物料在一个螺旋叶片螺距内物料下落的实时波动量, 求出一个周期内的物料输送平均量,

$$\bar{q} = \frac{\sum q_i}{t};$$

q_i 为 t_i 时刻的物料量, t 为螺旋叶片一个螺距旋转周期的时间, $\bar{q}$ 为在 t 内物料量的平均值;

步骤三、建立漏斗堆积模型, t_b 为一个周期物料开始下落的时刻, t_e 为一个周期内物料落完的时刻, 漏斗堆积模型如下:

前一个周期的 $t_e - 0.1s$ = 下一个周期的 t_b ;

步骤四、对漏斗的锥形斜面与竖直线的夹角(α)、漏斗出口直径(d)、漏斗深度(h)进行多参数优化, 形成波动减小机构中的漏斗本体。

5. 如权利要求4所述的一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的出料方法, 其特征在于, 步骤四中, 优化步骤如下:

(1) 确定螺旋输送能力优化目标; 根据步骤一, 以螺旋输送能力 Q 为优化目标函数;

(2) 确定螺旋输送参数优化的约束条件, 假设约束条件函数为 $g_m(x)$;

$$\begin{cases} g_1(x): P = \xi \frac{VL\mu/367 + DL/20 + VS \sin \beta / 367}{\eta} \leq P_m \\ g_2(x): f_{\max} \leq [f] \\ g_3(x): n_{\min} \leq n \leq n_{\max} \\ g_4(x): \tau \leq [\tau] \\ g_5(x): \eta \geq [\eta] \end{cases},$$

$g_1(x)$ 为输送机功率的限制:即螺旋输送机的负载运行的功率损耗的要求,其中, P_m 为电机的额定功率, P 为螺旋输送机在负载运行条件下的功率, V 为输送量, L 为输送距离, S 为倾斜高度, μ 为运行阻力系数, ξ 为功率储备系数, β 为摩擦角, η 为电动机传动效率;

$g_2(x)$ 为刚度限制:即螺旋输送机最大挠度应低于许用值,其中, $f_{\max}$ 为螺旋输送机的最大挠度, $[f]$ 为最大许用挠度;

$g_3(x)$ 为输送机的转速限制:其中, n 为螺旋当前转速, $n_{\min}$ 为最低许用转速, $n_{\max}$ 为最高许用转速,设定 $n_{\min}=50\text{r/m}$, $n_{\max}=120\text{r/m}$;

$g_4(x)$ 为输送机扭转强度的限制:其中, τ 为输送机螺旋轴的极限剪应力, $[\tau]$ 为许用剪应力;

$g_5(x)$ 为输送机效率限制:其中, η 为螺旋输送机的输送效率, $[\eta]$ 为螺旋输送机允许的最小输送效率;

(3) 根据步骤(1)、(2)得到最佳输送方案:

$$Q \xrightarrow{g_m(x)} g(D_m, H_m, \varphi_m, n_m);$$

其中, D_m 为螺旋叶片的优化公称直径, H_m 为螺旋轴的优化螺距, φ_m 为输送物料颗粒的优化填充率, n_m 为螺旋叶片的优化转速;

(4) 根据步骤(3)得到的输送方案 $g(D_m, H_m, \varphi_m, n_m)$,对漏斗进行结构优化,确定漏斗波动性能优化目标:

$$C = \frac{P_U - P_D}{\bar{p}};$$

其中, P_U 为物料持续稳定下落时,漏斗下料口出料波峰的平均物料量, P_D 为漏斗下料口出料波谷的平均物料量, $\bar{p}$ 为物料持续稳定下落时漏斗下料口出料的平均物料量, C 为波动性能值, $0 \leq C \leq 2$, C 越接近0物料波动越小,越接近2波动越大;

(5) 确定漏斗参数优化的约束条件,假设约束条件函数为 $e_m(x)$:

$$\begin{cases} e_1(x): \bar{p} = \bar{q} \times (1 \pm 1\%) \\ e_2(x): 0 \leq C \leq 0.3 \\ e_3(x): 20^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ \\ e_4(x): 150\text{mm} \leq d \leq 250\text{mm} \\ e_5(x): 350\text{mm} \leq h \leq 600\text{mm} \end{cases},$$

其中, $e_1(x)$ 为物料平均量限制;波动性能限制: $e_2(x): 0 \leq C \leq 2$; $e_3(x)$ 为漏斗的锥形斜面与竖直线的夹角限制; $e_4(x)$ 为漏斗出口直径限制; $e_5(x)$ 漏斗深度限制。

(6) 根据步骤(4)、(5)得到漏斗机构最佳参数方案:

$$C \xrightarrow{e_m(x)} g(\alpha_m, h_m, d_m);$$

其中, α_m 为漏斗的锥形斜面与竖直线的优化夹角, h_m 为漏斗优化深度, d_m 为漏斗优化出口直径。

6. 一种如权利要求2所述的减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的防堵方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤一、在漏斗上安装三个均布的压电传感器, 压电传感器电性连接控制器, 控制器电性连接蜂鸣器;

步骤二、对漏斗进行堵料监测, 包括以下步骤:

(1) 采用三个均布的压电传感器实时监测漏斗以及漏斗内物料的质量, 设三个压电传感器的实时监测值分别为 m_1, m_2, m_3 , 则总质量为 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$;

(2) 在控制器中设定质量阈值为 $[m]$, 当步骤(1)计算的总质量 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$ 大于质量阈值 $[m]$ 时, 判断漏斗出料口堵塞; 否则漏斗出料口未堵塞, 重复步骤(1);

步骤三、当发生堵塞时, 控制器发出指令, 转机机构带动活动扇叶打开, 蜂鸣器报警;

步骤四、控制器控制转机机构工作带动活动扇叶关闭, 控制器控制蜂鸣器取消报警, 重复步骤一、步骤二。

7. 如权利要求5所述的一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的防堵方法, 其特征在于, 采用数据处理器实现步骤一和步骤二, 所述数据处理器包括计算模块和比较模块,

所述的计算模块根据其内部存储的求和公式, 计算三个压电传感器的实时监测数据之和 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$,

所述的比较模块判断 $\Sigma(m_1, m_2, m_3)$ 是否大于 $[m]$, 当判断结果为“Y”时, 输出堵料指令。

8. 如权利要求5所述的一种减少失重秤用螺旋输送物料出料波动系统的防堵方法, 其特征在于, 采用电机驱动实现步骤三和步骤四, 所述的电机驱动包括执行模块与恢复模块,

所述的执行模块在堵料指令的输入下, 转化为电信号使电机工作, 电机驱动转机机构工作打开活动扇叶;

所述的恢复模块在延迟5s的堵料指令结束时刻输出延迟5s的恢复指令, 转化为电信号使电机工作, 电机驱动转机机构关闭活动扇叶。

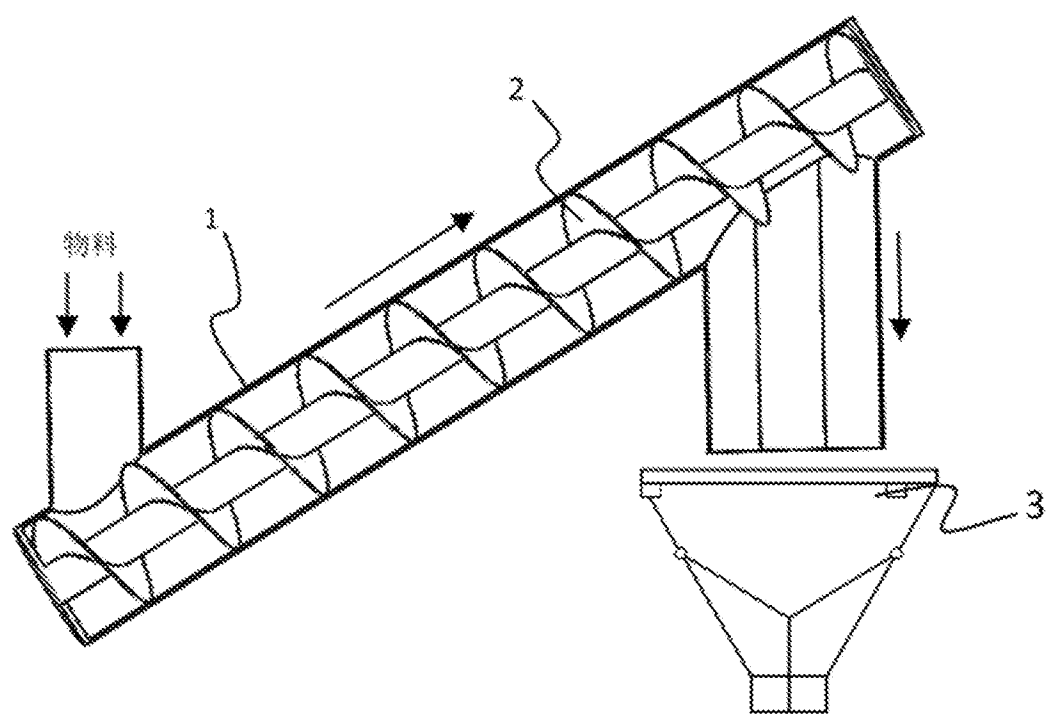


图1

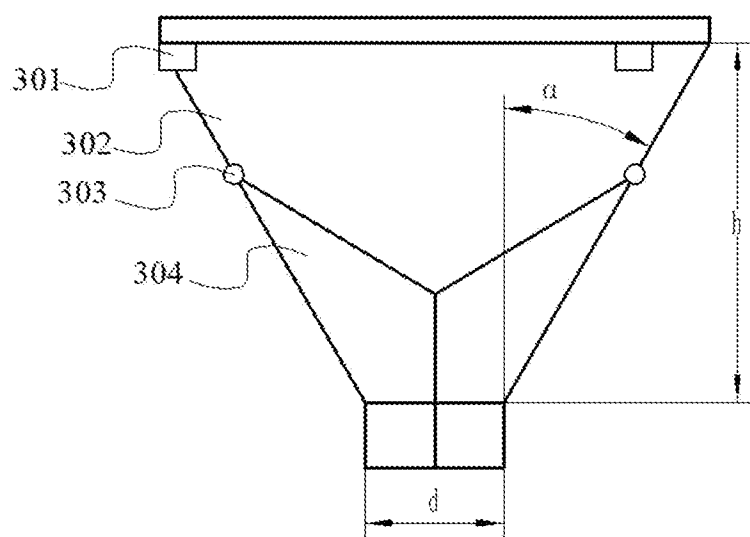


图2

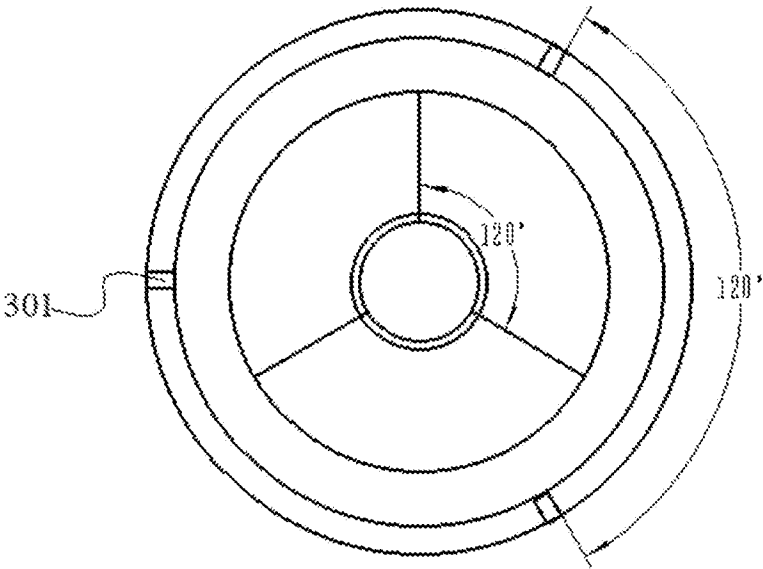


图3

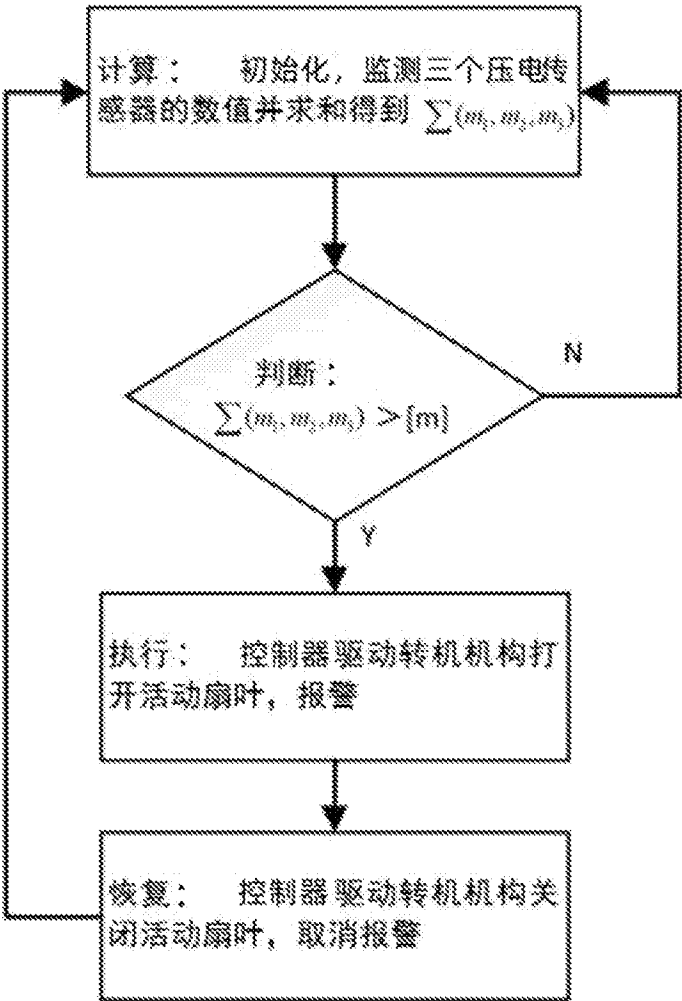


图4

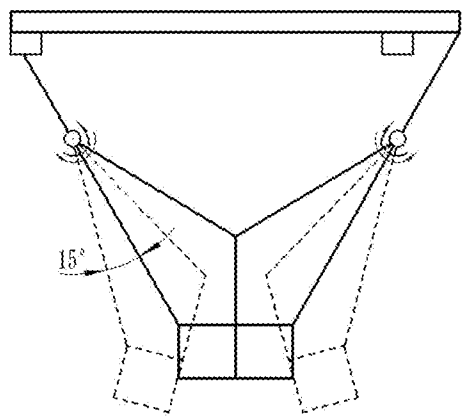


图5

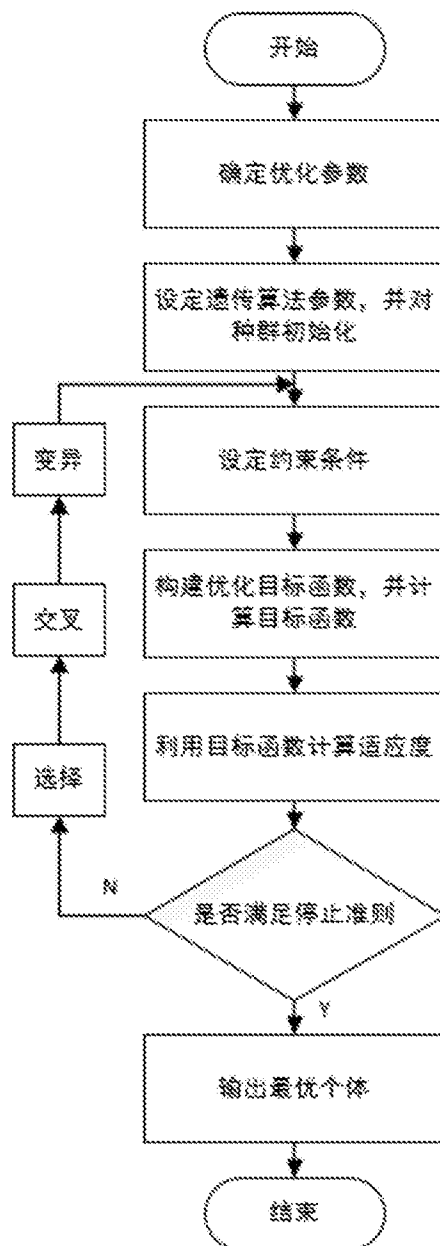


图6

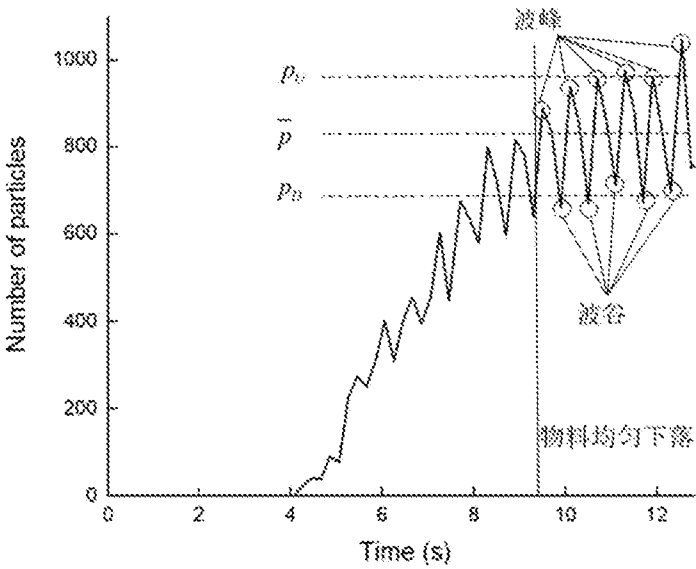


图7

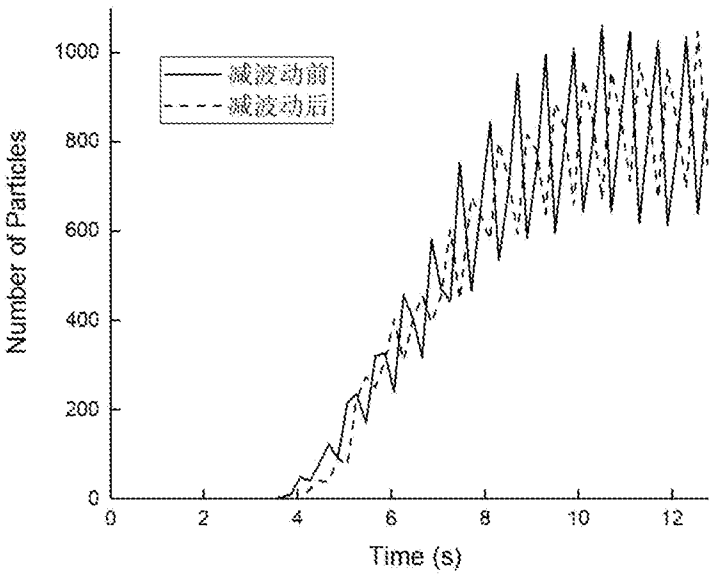


图8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/101280

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01G13/16(2006.01)i; B65G33/14(2006.01)i; B65G43/08(2006.01)i; B65G47/44(2006.01)i; B65G69/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01G B65G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPABS; CNTXT; CNKI; 超星, CHAOXING; 万方, WANFANG; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; IEEE: 称, 秤, 斗, 堵, 翻, 防, 活动, 裂, 漏, 螺旋, 拼, anti, funnel, hopper, weight+, block+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115468638 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY et al.) 13 December 2022 (2022-12-13) claims 1-8	1-8
A	CN 2929669 Y (XIANG HONGYUE) 01 August 2007 (2007-08-01) description, page 3, lines 6 and 7, and page 4, lines 2-4, and figures 1 and 2	1-8
A	CN 214826860 U (ZHEJIANG FRIENDSHIP NEW MATERIAL CO., LTD.) 23 November 2021 (2021-11-23) entire document	1-8
A	CN 2295721 Y (CCCC THIRD HARBOR CONSULTANTS CO., LTD.) 28 October 1998 (1998-10-28) entire document	1-8
A	CN 205204140 U (ZHUODA NEW MATERIAL TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 04 May 2016 (2016-05-04) entire document	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 August 2023

Date of mailing of the international search report

31 August 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/101280

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012240788 A (KAWATA MANUFACTURING CO., LTD.) 10 December 2012 (2012-12-10) entire document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/101280

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	115468638	A	13 December 2022	None	
CN	2929669	Y	01 August 2007	None	
CN	214826860	U	23 November 2021	None	
CN	2295721	Y	28 October 1998	None	
CN	205204140	U	04 May 2016	None	
JP	2012240788	A	10 December 2012	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/101280

A. 主题的分类

G01G13/16(2006.01)i; B65G33/14(2006.01)i; B65G43/08(2006.01)i; B65G47/44(2006.01)i; B65G69/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01G B65G

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称,和使用的检索词(如使用))

WPABS;CNTXT;CNKI;超星;万方;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;IEEE:称,秤,斗,堵,翻,防,活动,裂,漏,螺旋,拼, anti, funnel, hopper, weight+, block+

C. 相关文件

类 型*	引用文件,必要时,指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 115468638 A (中国矿业大学 等) 2022年12月13日 (2022 - 12 - 13) 权利要求1-8	1-8
A	CN 2929669 Y (向红跃) 2007年8月1日 (2007 - 08 - 01) 说明书第3页第6、7行,第4页第2-4行,附图1、2	1-8
A	CN 214826860 U (浙江友谊新材料有限公司) 2021年11月23日 (2021 - 11 - 23) 全文	1-8
A	CN 2295721 Y (交通部第三航务工程勘察设计院) 1998年10月28日 (1998 - 10 - 28) 全文	1-8
A	CN 205204140 U (卓达新材料科技集团有限公司) 2016年5月4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-8
A	JP 2012240788 A (KAWATA MFG) 2012年12月10日 (2012 - 12 - 10) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件,或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布,与申请不相抵触,但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件,单独考虑该文件,认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件,当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2023年8月9日

国际检索报告邮寄日期

2023年8月31日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

刘妍

电话号码 (+86) 0512-88997613

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/101280

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	115468638	A	2022年12月13日	无	
CN	2929669	Y	2007年8月1日	无	
CN	214826860	U	2021年11月23日	无	
CN	2295721	Y	1998年10月28日	无	
CN	205204140	U	2016年5月4日	无	
JP	2012240788	A	2012年12月10日	无	