

油脂设备

基于 EDEM 的大产量原粮振动清理筛筛分效果分析

李永祥, 李 阳, 王明旭, 申长璞

(河南工业大学 机电工程学院, 郑州 450001)

摘要:针对目前对于大产量原粮振动清理筛的需求,结合 TQLZ180×200 型粮食振动清理筛,对大产量原粮振动清理筛进行结构改进。基于 EDEM 离散元分析软件对振动筛的筛分过程进行仿真模拟,分析振动筛工艺参数对筛分效果的影响,建立工艺参数和筛分效率关系曲线。结果表明,在振动筛的振动频率 14 Hz、振幅 3.5 mm、振动方向角 35°、筛面倾角 6°时,筛分效果最好。该研究为以后振动筛筛分效果分析和参数设定提供依据。

关键词:振动筛;结构改进;EDEM;工艺参数

中图分类号:TS210.3;TP391.9 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)05-0157-04

Screening effect of large production raw grain vibration cleaning sieve based on EDEM

LI Yongxiang, LI Yang, WANG Mingxu, SHEN Changpu

(Electrical and Mechanical College, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Based on the current demand for large production raw grain vibration cleaning sieve, combining TQLZ180×200 type grain vibration cleaning sieve, the structure of large production raw grain vibration cleaning sieve was improved. EDEM discrete element analysis software was used to simulate the screening process of vibration sieve, and the influences of process parameters of vibration sieve on the screening effect were analyzed, then the relationship curves of process parameters and screening effect were established. It concluded that when the vibration frequency of vibration sieve was 14 Hz, amplitude was 3.5 mm, vibration direction angle was 35° and the sieve surface inclination was 6°, the screening effect was the best. So it provided the basis for the further study on screening effect analysis and parameter setting of vibration sieve.

Key words: vibration sieve; structural improvement; EDEM; process parameter

振动清理筛是一种非常重要的筛分装置,广泛应用于粮食的储藏和加工、矿山、化工等行业。粮食行业广泛使用的振动清理筛利用电机驱动使筛面产生往复运动,通过筛分的方式去除粮食中的大杂和小杂^[1],其具有单位时间内处理的物料量大、筛分效率较高、设备工作平稳性好、空间占用面积小等优点^[2]。

国外从 16 世纪开始对筛分机械进行研究,经过

几个世纪的研究发展,筛分机械已经发展到相对较高的水平。目前,国外的振动筛分机械向标准化、系列化、通用化方向发展^[3]。

我国从近 50 年开始发展振动筛分机械,到目前为止也取得了很大成就。但是,我国振动筛的可靠性与国外相比还存在很大差距,普遍存在强度低、噪声大、共振振幅大等问题^[4]。随着我国大型粮库和食品加工企业的快速发展,粮食的储藏和加工需要清理的粮食量逐渐增大,人们对粮食品质的要求日趋严格,因此对于可靠、大产量、高效率振动清理筛的需求更加迫切。

综上所述,本文结合 TQLZ180×200 型粮食振动清理筛,对大产量原粮振动清理筛进行结构改进,运用 EDEM 离散元分析软件对筛分过程仿真模拟,

收稿日期:2017-09-14;修回日期:2018-02-11

基金项目:大型高效原粮振动清理筛的若干关键技术问题研究(001249)

作者简介:李永祥(1960),男,教授,博士生导师,研究方向为粮食机械(E-mail)liyongxiang@haut.edu.cn。

通信作者:王明旭,副教授(E-mail)wmx20032002@163.com。

从而得出筛分效果最优参数。

1 大产量原粮振动清理筛的结构设计

本振动筛在 TQLZ180 × 200 型粮食振动清理筛的基础上增加了一组筛格,提高了单位时间内振动筛的处理量;增加了螺旋分料器和 Y 型分料器,使粮食能够较均匀地进入振动筛筛体,提高振动筛的筛分效率和除杂效果;改变出料箱的出料结构并增加了风选装置,对粮食进行二次除杂。大产量原粮振动清理筛结构组成如图 1 所示。

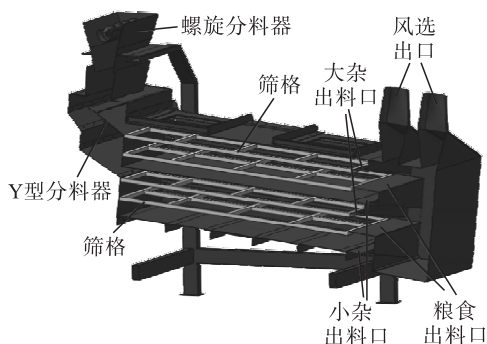


图 1 大产量原粮振动清理筛结构图

2 振动清理筛离散元的仿真

通过离散元软件 EDEM 对简化的振动筛模型在不同参数组合下进行筛分过程仿真,首先创建筛分模型、参数的设置、颗粒模型的创建,其次仿真分析,最后导出所需数据。

2.1 工艺参数的设置

振动筛的工作过程是通过筛分将粮食中的杂质分离出去,从理论上来说,物料中小于筛孔的物料应该全部通过筛孔,但由于某些原因,只有一部分通过筛孔,而其余的则夹杂在筛上物中。要提高筛分效率,使小于筛孔的颗粒能够更少地夹杂筛上物中,需要从各个方面优化振动筛^[5]。影响振动筛筛分效率的主要原因有:物料的特性、振动筛的结构形式、工艺参数、筛网结构和有效筛分面积等。但是当振动筛的结构形式、尺寸和物料特性确定时,需要从改变工艺参数入手。如设置振幅、振动频率、振动方向和筛面倾角,使这些参数在一定范围内可调^[6]。振动筛模拟参数设置见表 1。

表 1 振动筛模拟参数设置

固定参数	变化参数
振幅 4 mm、振动方向角 30°、筛面倾角 6°	振动频率:10、12、14、16、18、20 Hz
振动频率 16 Hz、振动方向角 30°、筛面倾角 6°	振幅:2、3、3.5、4、4.5、5、6 mm
振动频率 16 Hz、振幅 4 mm、筛面倾角 6°	振动方向角:15°、20°、25°、30°、35°、40°、45°
振动频率 16 Hz、振幅 4 mm、振动方向角 30°	筛面倾角:2°、4°、6°、8°、10°、12°

2.2 筛分模型的创建

将振动清理筛的两层筛面简化成一层筛面,筛面尺寸等比例缩小,采用尺寸为 180 mm × 200 mm,筛面采用直径为 10 mm 的圆孔,孔隙率为 69.4%^[7]。创建的振动筛三维离散元模型如图 2 所示。

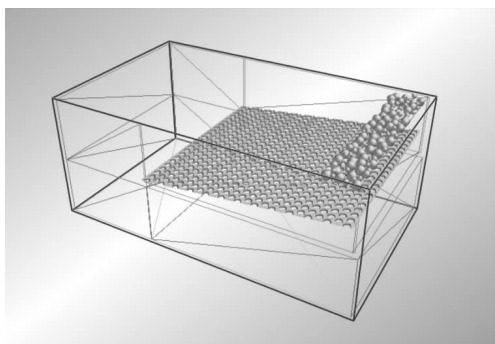


图 2 振动筛三维离散元模型

接触模型设定为 Hertz - Mindless 无滑动接触模型^[8]。颗粒的创建采用球单元,由不同直径的球来模拟粮食颗粒,分别创建直径为 6 ~ 16 mm,且颗粒直径是均匀分布的,总数量为 2 000 个,颗粒工厂每秒产生的颗粒数为 500 个,模拟时长为 3 s^[9]。材

料属性和碰撞特性的设置分别见表 2、表 3。

表 2 材料属性

项目	泊松比	剪切模量/MPa	密度/(kg/m ³)
颗粒	0.3	2.6	1 352
筛格	0.3	700	7 800

表 3 碰撞特性

项目	恢复系数	静摩擦系数	滚动摩擦系数
颗粒与颗粒	0.2	1.00	0.01
颗粒与筛面	0.5	0.58	0.01

以其中一组参数为例在不同时间的筛分情况如图 3 所示。

2.3 工艺参数对筛分效果的影响分析

离散元模拟分析时以表 1 的参数进行设置,从而获得每个参数对筛分效率的影响。将离散元分析软件 EDEM 模拟分析的数据导出,并汇总编辑后绘制成曲线图进行分析,获得最优工艺参数。

2.3.1 振动频率对筛分效率的影响

以振动筛的振幅 4 mm、振动方向角 30°、筛面倾角 6°为基准参数不变。振动频率分别设定为 10、

12、14、16、18、20 Hz 进行分析,绘制的随振动频率

变化而变化的筛分效率图如图4所示。

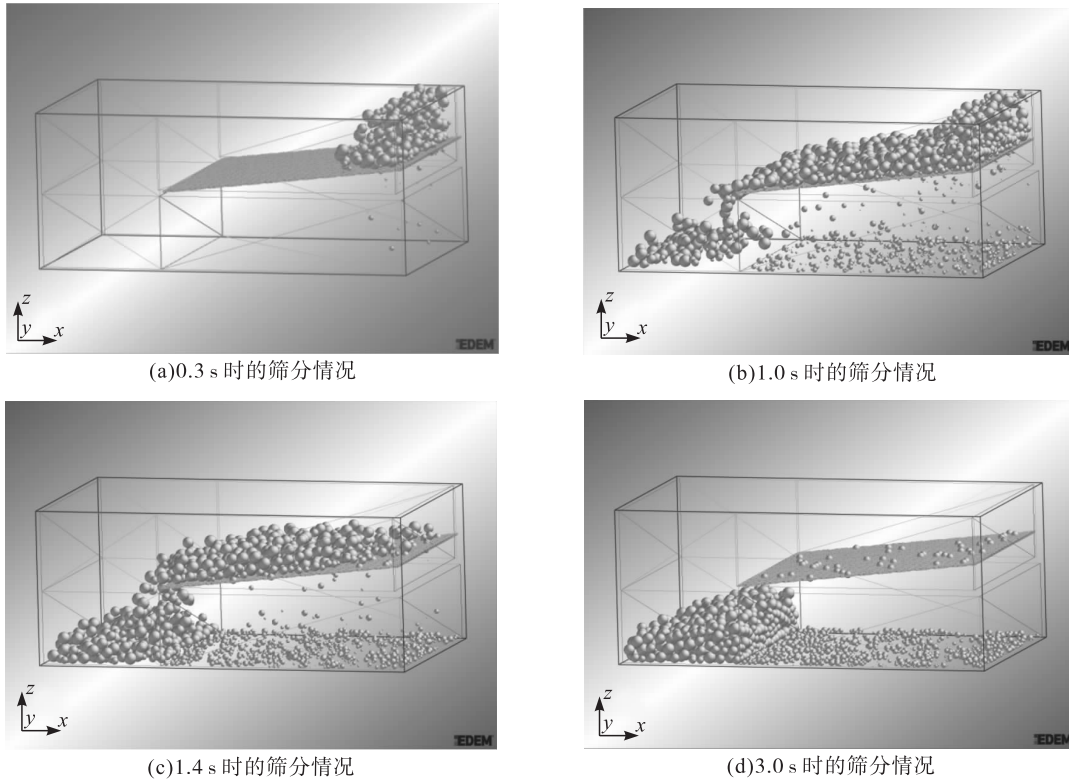


图3 离散元软件 EDEM 模拟筛分过程

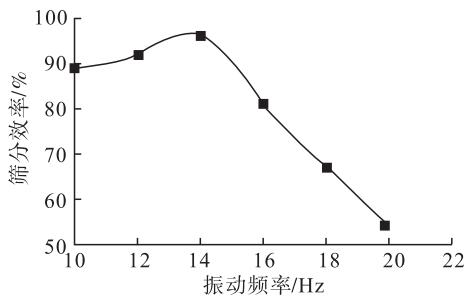


图4 振动频率对筛分效率的影响

由图4可知,筛分效率随着振动频率的增大而增大。当振动频率达到14 Hz时筛分效率达到最大。随后随着振动频率的不断增大筛分效率急剧下降。出现这种状况的原因是:当振动频率较小时,筛面上的物料不跳动或者跳动的幅度较小,使筛面上层的物料与筛面的接触概率降低,所以筛分效率也较低。适当增加振动频率提高了物料与筛面的接触概率,筛分效率也有所提高。可是振动频率超过14 Hz后,物料的跳动幅度和速度均增加,致使物料和筛面的接触时间缩短,从而使筛分效率降低。

2.3.2 振幅对筛分效率的影响

以振动筛的振动频率16 Hz、振动方向角30°、筛面倾角6°为基准参数不变。振幅分别设定为2、3、3.5、4、4.5、5、6 mm 进行分析,绘制的随振幅变化而变化的筛分效率图如图5所示。

由图5可知,筛分效率随着振幅的不断增大也

不断增大,当振幅达到3.5 mm时,振动筛的筛分效率达到最大,随后随着振幅的增大筛分效率急剧减小。出现这种状况的原因是:振幅小时,物料的抛掷强度不大,物料群不能够分散开来,降低了上层物料与筛面接触的概率,致使筛分效率不高。适当的增大振幅,颗粒的抛掷强度增大,颗粒的抛掷速度也增大,使颗粒群容易散开,增大了颗粒与筛面的接触概率,使筛分效率增大。但振幅过大时,颗粒在筛面上跳动的幅度较大,颗粒在空中停留时间远长于筛面的振动周期,致使颗粒与筛面接触时间变短,筛分效率降低。

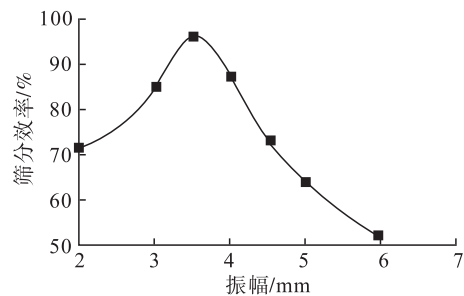


图5 振幅对筛分效率的影响

2.3.3 振动方向角对筛分效率的影响

以振动筛的振幅4 mm、振动频率16 Hz、筛面倾角6°为基准参数不变。振动方向角分别设定为15°、20°、25°、30°、35°、40°、45°进行分析,绘制的随振动方向角变化而变化的筛分效率图如图6所示。

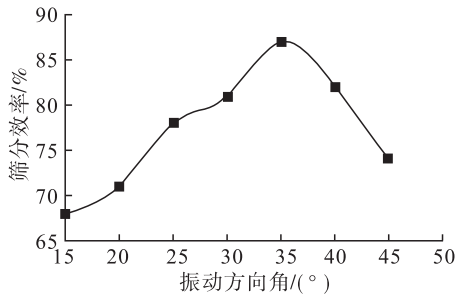


图6 振动方向角对筛分效率的影响

由图6可知,筛分效率随着振动方向角的增大而增大,当振动方向角达到 35° 时,筛分效率达到最大值,随后随振动方向角的增大筛分效率减小。出现这种状况的原因是:当振动方向角较小时,颗粒受到顺着筛面方向的力较大,而垂直于筛面方向的力较小,颗粒的抛掷效果较差,颗粒群的活跃度低,筛分效果较差。适当的增大振动方向角时,颗粒受到筛面垂直方向的力增大,颗粒的抛掷效果变好,颗粒群的活跃度增大,筛分效果变好。但振动方向角太大,颗粒受到垂直于筛面方向上的力较大,颗粒抛掷高度较大,与筛面的接触时间短,筛分效率降低。

2.3.4 筛面倾角对筛分效率的影响

以振动筛的振幅 4 mm 、振动频率 16 Hz 、振动方向角 30° 为基准参数不变。筛面倾角分别设定为 2° 、 4° 、 6° 、 8° 、 10° 、 12° 进行分析,绘制的随筛面倾角变化而变化的筛分效率图如图7所示。

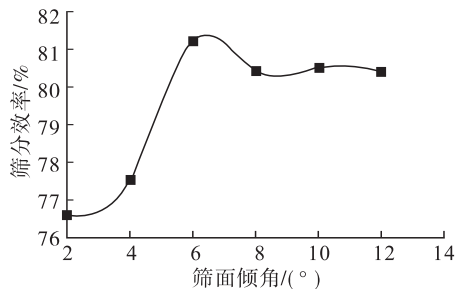


图7 筛面倾角对筛分效率的影响

由图7可知,筛分效率随着筛面倾角的增大而急剧增大。当筛面倾角为 6° 时,筛分效率达到最大值。然后随着筛面倾角的不断增大而减小且最后趋于稳定。出现这种状况的原因是:当筛面倾角较小

时,颗粒在筛面上停留时间较长且抛掷指数低,使后续的物料堆积,造成上层物料不能有效地与筛面接触,致使筛分效率较低。适当增大筛面倾角,颗粒沿筛面方向的重力分量和抛掷指数增大,有利于物料的自动分级,提高了筛分的效率。但过大的筛面倾角使物料沿筛面下滑速度过大,颗粒很容易划过筛孔而不能通过筛孔,筛分效率降低。

3 结论

经过对大产量原粮振动清理筛的仿真分析得出:

(1)振动频率、振幅、振动方向角和筛面倾角对筛分效率的影响都是随着其增大先增大后减小,得出振动频率 14 Hz 、振幅 3.5 mm 、振动方向角 35° 、筛面倾角 6° 时筛分效果最好。

(2)建立工艺参数和筛分效率的关系曲线,为以后分析单个工艺因素或多个工艺因素共同影响筛分效率提供了理论依据和数据支持。

参考文献:

- [1] 阮竞兰,屈少敏. 往复振动筛运动参数的优化设计[J]. 中国粮油学报,2001,16(3):60-62.
- [2] 谭兆衡. 国内筛分设备的现状和展望[J]. 矿山机械,2004(1):34-37.
- [3] 郭年琴,匡永江. 振动筛国内外研究现状及发展[J]. 世界有色金属,2009(5):26-27.
- [4] 任宁,武文斌,王中营. TQLZ型振动清理筛的动态特性研究[J]. 粮食与饲料工业,2015(5):5-8.
- [5] 夏欢. 直线振动筛的工作原理与运动学参数选择[J]. 机械工程与自动化,2012(6):164-165.
- [6] 张路霞,李云峰. 振动筛筛分效率的影响因素分析[J]. 煤矿机械,2008(11):74-76.
- [7] 王桂锋,童昕,陈艳华,等. 基于DEM的振动筛筛分参数对筛分效率影响的研究[J]. 矿山机械,2010(15):102-106.
- [8] 徐泳,孙其诚,张凌,等. 颗粒离散元法研究进展[J]. 力学进展,2003,33(2):251-60.
- [9] 赵啦啦,刘初升,闫俊霞,等. 振动筛面颗粒流三维离散元法模拟[J]. 中国矿业大学学报,2010,39(3):414-419.