

蓝莓采摘机风力分选系统仿真研究

郭帅, 郭艳玲*, 鲍玉冬 (东北林业大学, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 风机和振动分选板配合使用, 振动分选板安装呈 α 倾斜角, 风机产生的气流给振动分选板上的枝叶一个向上的气流, 使得枝叶离开板面向上, 蓝莓果呈圆球形, 易滚动, 受风机气流影响较小, 在分选板上受振动的作用向下滚动, 从而得以分离出来。经 ADAMS 软件仿真验证, 证明该设计方案具有可行性。所选用的多翼式离心风机, 经试验对比, 证明该风机内部气流的稳定性与风机叶轮直径大小、叶轮叶片数量、出口位置和大小有关, 可根据生产需要进行选择。

关键词 风力分选; ADAMS; 振动仿真

中图分类号 S225 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)19-06452-03

蓝莓, 有着“世界水果之王”和“黄金水果”的美誉, 是野生浆果中的极品。可广泛应用于食品、化妆品、保健品等领域, 在国际市场上一直呈供不应求态势, 经济价值十分可观。权威人士认为, 蓝莓产业不仅是一项农民致富的产业, 更是一项增加人民寿命的健康工程^[1-4]。

近年来, 接触式振动收获机被广泛应用于蓝莓采摘领域^[5]。接触式收获机通常将振动器直接深入植物冠层内, 采用不同类型的振动方式, 击打或梳刷植物枝条, 使果实与植株分离, 经接果板落入传送带上, 通过传送带输送, 进而收集果实。由于击打蓝莓果枝时, 会有大量的枝叶伴随脱落, 最终收集的是果叶的混合物。蓝莓果实小且软, 分选困难, 二次筛选很可能损坏果实, 减少果实的贮存时间; 而且人工筛选作业, 劳动强度高, 生产成本高。因此在蓝莓输送到果实收集装置的过程中, 利用风力分选系统, 达到将果实与枝叶等杂质彻底分开的研究显得尤为重要。

1 风力分选装置工作原理

风力分选装置采用风机与振动分选板配合使用的原理, 其结构如图 1 所示^[6]。曲柄 OF 绕着 O 点以转速 n 逆时针转动, 吊杆 EDC 固结于 D 点并与机架相连, 吊杆 AB 固结于 A 点并与机架相连, 吊杆 EDC 和吊杆 AB 左右摇摆运动, 振动分选板 BC 由曲柄带动做左右摆动和上下振动运动。振动分选板安装倾斜角为 α 。

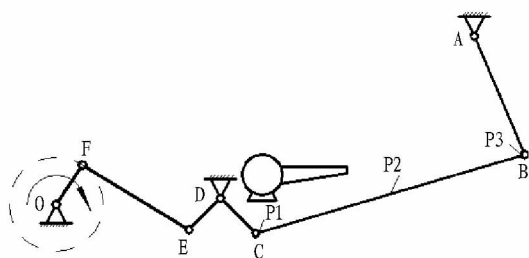


图1 振动分选装置示意图

振动分选板上设有风机。风机产生气流, 给振动分选

板中后方的果叶一个向上作用力, 将叶片吹离该装置。振动分选板的左右摆动和上下振动, 抖散果叶, 使得果叶之间最大程度地分散。由于蓝莓果呈球形, 易滚动, 受风机气流的作用影响较小, 振动的同时向下滚动。而叶片与分选板之间摩擦系数较大, 不易滚动, 且叶片受力面积较大, 受到气流作用力大, 使得叶片吹离分选板, 从而实现果叶的分离的目的。

2 基于 ADAMS 振动分选装置的虚拟设计

虚拟样机仿真软件 ADAMS (Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems), 是对机械系统的运动学与动力学进行仿真计算的商用软件, 由美国 MDI (Mechanical Dynamics Inc.) 公司开发。ADAMS 软件使用交互式图形环境和零件库、约束库、力库, 创建完全参数化的机械系统几何模型, 其求解器采用多刚体系统动力学理论中的拉格朗日方程方法, 建立系统动力学方程, 对虚拟机械 1 进行静力学、运动学和动力学分析, 输出位移、速度、加速度和反作用力曲线。ADAMS 软件的仿真可用于预测机械系统的性能、运动范围、碰撞检测、峰值载荷以及计算有限元的输入载荷等^[7]。

2.1 仿真模型的建立 设定建模环境后, 利用 ADAMS/VIEW 中的建模实体 LINK, 建立机构的实体模型, 机构参数, 连杆 OA、AB、BC、CD、EF、DE 长度分别为 60、200、120、100、200 和 800 mm; 分选板倾斜角 $\alpha = 23^\circ$ 。利用 ADAMS 中的 Revolution 添加约束, 如图 2 所示。

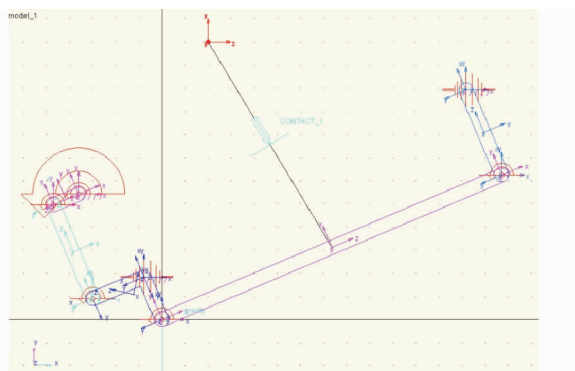


图2 仿真模型

2.2 模型的测试 虚拟样机的研究克服了以往试验为主的研究方式, 降低了对硬件设备和仪器的要求, 而且节约了试验成本。多次的模拟试验, 使试验结果更具真实性。

基金项目 国家林业局 948 项目(2011-4-21) 东北林业大学大学生创新

实验项目(201210225055)。

作者简介 郭帅(1992-), 男, 黑龙江双鸭人, 在读本科生, 专业: 机械电子工程。* 通讯作者, 教授, 博导, 美国密歇根大学研究生, 从事机电一体化及农业机械设计与制造研究。

收稿日期 2014-05-21

为了全面分析分选板位移和速度变化情况,在分选板上前段、中部、后端分别设定 P_1 、 P_2 、 P_3 3 个测试点。当给曲柄设定 $1\ 500^\circ/\text{s}$ 的驱动,进行仿真分析。分别测试 3 个点沿垂直方向的位移、沿水平方向的速度,如图 3、4 所示。

由图 3 可知,在分选板上的测试点 P_1 、 P_2 、 P_3 的振幅是逐渐减小的。由于蓝莓果实是球形的, P_1 点的振幅大有利于蓝莓果实的滚落; P_3 点的振幅较小可以防止叶片的向下滑落。因此,测试点 P_1 、 P_2 、 P_3 的振幅减小有利于果实的向下滚落和叶片的向上抛离。

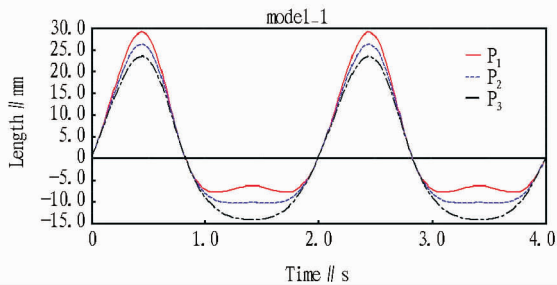


图 3 振动分选板垂直方向位移变化曲线

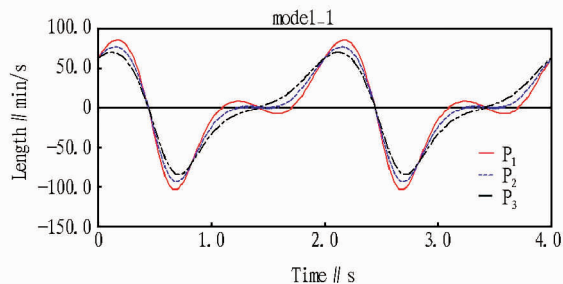


图 4 振动分选板水平方向速度变化曲线

由图 4 可知,在分选板上的测试点 P_1 、 P_2 、 P_3 的速度是逐渐减小的。 P_1 点的速度大,可以加快与叶片分开的蓝莓果实下落;中间 P_2 点的速度适中,有利于蓝莓果叶的抖散; P_3 点的速度小,可以降低叶片下滑的速度,有利于叶片尽快吹离分选板。

3 风机流场的 CFD 模拟

计算流体动力学 (Computational Fluid Dynamics, 简称 CFD) 是建立在经典动力学与数值计算方法基础之上的一门新型独立学科,其基本定义是通过计算机进行数值计算和图像显示,分析包括流体流动和热传导等相关物理现象的系统。

FLUENT 是目前处于世界领先地位的商业 CFD 软件包之一,技术成熟,使用广泛,其工作原理和使用程序代表了目前绝大多数 CFD 技术软件的模式,用于模拟和分析复杂几何区域内的流体流动与传热现象的专用软件,它提供了灵活的网格特性,可以支持多种网格。针对各种复杂流动的物理现象,采用不同的离散格式和数值方法,在特定领域内使计算速度、稳定性和精度等方面达到最佳组合,从而高效地解决各个领域的复杂流动计算问题。

3.1 初始模型的建立和定义边界条件 设备中预选用多翼式离心式风机,多翼式离心风机具有运转平稳、噪声低、流量

大、振动小、寿命长等优点。在 GAMBIT 中建立多翼式离心风机初始模型,叶片为 36 片,风机出口宽度 175 mm,叶轮转动区域直径 375 mm。由于风机内部气体流场具有对称性,因此风机模型建立二维模型并采用适应性较强的非结构化三角形网格(图 5、6)。在 GAMBIT 中创建的模型导入 FLUENT 6.3 中,对网格进行加检查,选择求解器和湍流模型,设置物理属性、运算环境、边界条件和求解策略,叶片旋转速度为 $1\ 450\ \text{r}/\text{min}$,最后进行模型初始化。

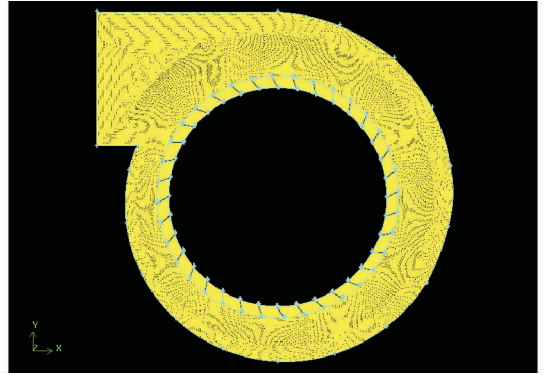


图 5 网格整体视图

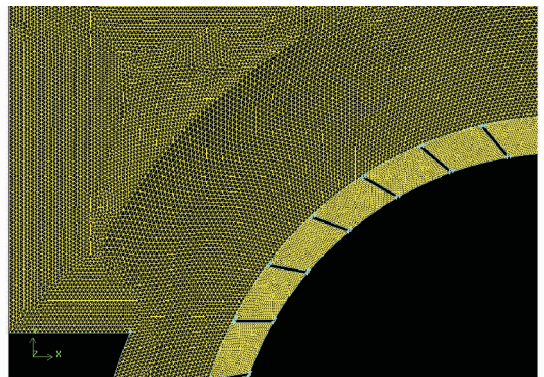


图 6 网格局部视图

3.2 模型的测试 设置迭代的次数为 500 步,当迭代 270 步时,计算收敛,得到如图 6 所示的残差图和如图 7 所示的速度分布云图。

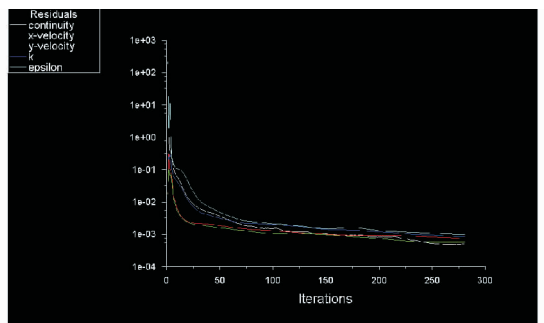


图 6 残差

对图 7 进行分析,可知风机出口处中部出现了高速带;风机出口处出现了明显的涡流区域;壳体左下端出现了明显的高速区;这会影晌风机出口处气流的平稳性,影响风机的分选效率,需要对风机结构进行改进。

3.3 模型的优化 为了减少风机内的漩流和维持风机出口

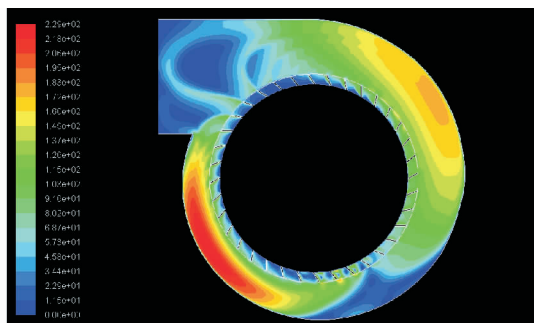


图7 速度的云分布

气流稳定,通过多次试验,对原有模型进行修改,延长风机出口风口的距离,增大出口宽度到320 mm,增加叶片数量到50片,减小叶轮直径到335 mm,得到风机速度分布云图和出口截面速度分布图(图8、9)。

通过图8可知,风机出口处气流稳定,避开了涡流区域。通过图9可知,风机出口速度变化范围在1.5~12 m/s之间,速度变化范围小,而且该范围满足蓝莓分选的要求。

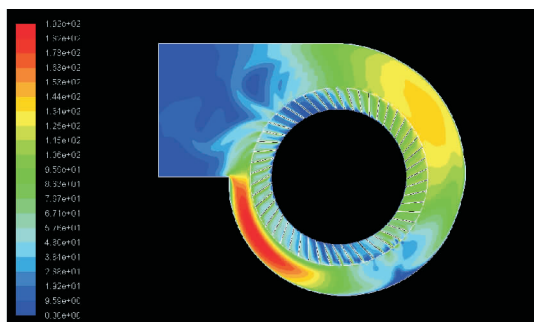


图8 速度的云分布

4 结论

该文阐述了风力分选装置的原理,在ADAMS软件中建立

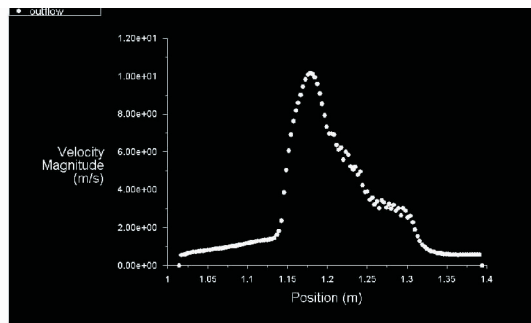


图9 出口截面速度分布

了振动分选板的简化模型并进行了仿真,分析了振动分选板的振幅和分选板上各点的速度变化,证明了振动分选的可行性。

通过对多翼式离心风机模型的建立,使用FLUENT软件对风机内部气流场的模拟,分析风机内部流场,改进风机内部结构。通过试验对比,可知多翼式离心风机内部气流的稳定性与风机叶轮直径大小、叶轮叶片数量、出口位置和大小有关。这为风机的选购提供了一定的依据,进而可提高风选系统的工作效率。

参考文献

- [1] 王辉,王鹏云,王蜀,等.我国蓝莓的发展现状及前景[J].农业现代化研究,2008,29(2):250-253.
- [2] 陈卫.蓝莓及营养保健功能[J].中外食品,2003(7):34-35.
- [3] 卜庆雁,周晏起.浅析蓝莓的营养保健功能及开发利用前景[J].北方园艺,2010(8):215-217.
- [4] 李亚东,张志东,吴林.蓝莓果实的成分及保健功能[J].中国食物与营养,2002(1):27-28.
- [5] 陈度,杜小强,王书茂,等.振动式果品收获技术机理分析及研究进展[J].农业工程学报,2011,27(8):195-200.
- [6] 任颜华.啤酒花采摘机振动分选装置的仿真研究[D].兰州:甘肃农业大学,2008.
- [7] 李增刚. ADAMS入门详解与实例[M].北京:国防工业出版社,2009:18-145.

影响因素

影响因子是指该刊前2年发表论文在统计当年被引用的总次数占该刊前2年发表论文总数的比例。是用论文的平均被引率反映期刊近期在科学发展和文献交流中所起作用的指标,可测度当年期刊的学术影响力,是衡量一个学术刊物地位的主要因素。计算公式为:

$$\text{影响因子} = \frac{\text{该刊前2年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该刊前2年发表论文总数}}$$

影响因子越大,表明该刊所载论文被引用次数越多,从而说明该刊所载论文的影响力较大,通常水平较高,因而该刊的质量自然也就高。但是由于领域(学科)自身的特点以及发展规律和发展阶段等差别,不同研究领域的文章被引频次是不同的,如生物医学的文章被引频次较高,而物理学的比较低,所以不同领域的期刊的影响因子缺乏可比性。

目前国际上均采用2年跨度计算影响因子,但由于我国不同学科、不同类型的学术期刊的被引高峰期存在明显差异,如把时间跨度一律定为2年,将使部分期刊处于不平等的竞争地位,不能反映某些期刊的真实学术水平,故也有专家学者提出采用5年跨度,计算5年影响因子,以作为2年影响因子的参照。5年影响因子计算公式为:

$$\text{5年影响因子} = \frac{\text{该刊前5年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该刊前5年发表论文总数}}$$