

的应力幅 188.4MPa，用插值法计算 ZG230-450 材料^[3] 制动夹钳杠杆的循环次数 6.3×10^5 ，将计算的循环次数输入软件界面相应的寿命循环次数中，运行疲劳分析，输出疲劳分析结果，其中安全因子显示如图 3 所示，图示表明趋向于红色区域安全系数越小，说明该区域产生疲劳倾向性较为显著，当瞬间应力值接近或等于材料抗拉强度值时，红色区域因累积疲劳产生裂纹。

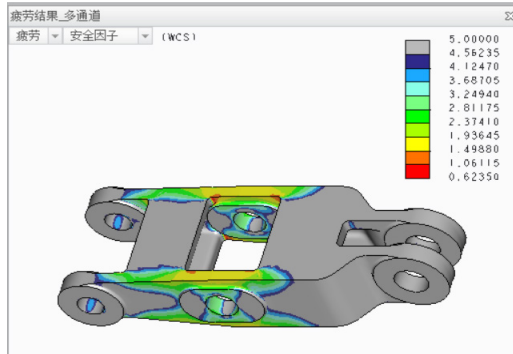


图 3 疲劳安全因子分布

5 优化设计

5.1 局部敏感度分析

根据图 3 易疲劳区域进行关联尺寸敏感度分析发现，夹钳杠杆的内侧基面宽度 H1（模型尺寸 d39）、外侧基面宽度 H2（模型尺寸 d10）对应力改善的敏感度程度较高，进一步以设计尺寸 H1、H2 作为优化设计的对象参数。

5.2 优化设计分析

在静态分析、疲劳分析、局部敏感度分析基础上建立新的优化设计，设计目标选择最大主应力最小化为优化设计目标，运行 Creo Simulate 优化设计，得到化后的设计参数：d10 优化前尺寸 113 mm，优化后 118.35 mm；d39 优化前 44.5 mm，优化后 45.95 mm。

优化设计后，制动夹钳杠杆工作壁厚由原始设计的 12 mm 增加至 19 mm，等效应力从原来的 354MPa 降低至 237MPa，较大幅度降低因高强度应力作用产生的疲劳强度削减所带来的裂纹失效影响。用插值法计算 ZG230-450 材

料制动夹钳杠杆的循环次数为 4.15×10^6 次，制动夹钳杠杆使用寿命提高至原来的近 7 倍，作为研究结果在运用成本上比较经济，安全可靠性方面也得到了提高。

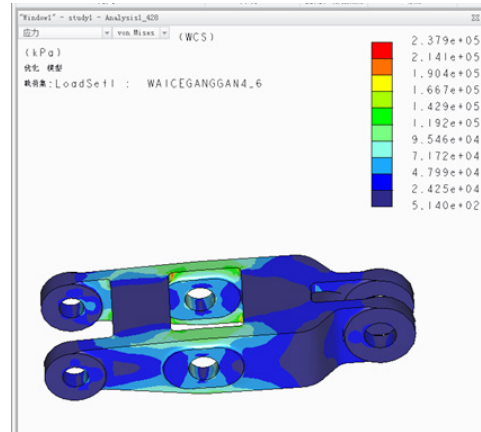


图 4 优化后的等效应力分布

6 结语

在统计实际运用的铁道客车制动夹钳杠杆夹钳的裂纹情况基础上，通过静态应力下的仿真分析，发现杠杆夹钳裂纹部位与应力分析结果中受较高强度应力作用的衰减趋势基本一致，进一步的疲劳分析表明裂纹部位处于瞬间应力值接近或等于材料抗拉强度值区域，产生强度疲劳趋势明显，在经累积疲劳后产生裂纹。优化结果表明，相对整体结构没有进行较大尺寸参数改变的基础上进行局部尺寸优化后，铁道客车制动夹钳杠杆的疲劳循环次数可提高至原来的近 7 倍，研究成果可为铁道客车制动夹钳杠杆的优化改进和铁道客车基础制动零件运用安全提供参考。

参考文献

- [1] 任冲. 高寒山区长大坡道铁路列车下坡限速研究[J]. 高速铁路技术, 2019, 10(2): 14-18, 37.
- [2] 李怡哲等. 地铁齿轮箱吊杆螺栓疲劳强度计算分析[J]. 工程机械, 2024, 55(12):76-82+10-11.
- [3] 卢耀辉等. 铁道货车转8A侧架可靠性疲劳寿命预测[J]. 大连交通大学学报, 2008, (05):34-39.

Design improvement and separation performance test of mechanical cleaning system for corn kernels

Wei Zhang

Lingong Agricultural Equipment Co., Ltd., Linyi, Shandong, 276002, China

Abstract

With the continuous advancement of agricultural mechanization, the performance of corn grain cleaning systems directly impacts harvest quality and loss rates. However, practical observations reveal that existing equipment still exhibits limitations in adapting to regional variations in impurity content, moisture levels, and planting density. These shortcomings result in inconsistent cleaning efficiency, excessive impurity entrainment, and high grain breakage rates. To address these challenges, this study focuses on corn grain harvesting systems. Drawing from domestic R&D practices, we propose multiple design optimization measures and separation performance testing strategies for reference.

Keywords

corn kernel harvesting machinery; cleaning system; design improvement; separation performance test

玉米籽粒收获机械清选系统设计改进及分离性能试验

张伟

临工农业装备有限公司, 中国·山东临沂 276002

摘要

在农业机械化水平持续提高的情形下, 玉米籽粒收获机械清选系统的性能对籽粒收获质量以及损失率有着直接影响, 但结合实践来看在适应不同地区玉米的含杂率、籽粒含水率以及种植密度等方面, 现有机械仍存在一定欠缺, 致使清选效率不稳定, 夹带杂质多且籽粒破碎率高。本研究针对上述现状将玉米籽粒收获机械清选系统作为研究对象, 并紧密联系国内研发实践提出了多项设计改进措施以及分离性能试验策略, 以供参考。

关键词

玉米籽粒收获机械; 清选系统; 设计改进; 分离性能试验

1 引言

玉米是世界上主要的粮食作物之一, 也是中国农业生产中广泛种植的重要农作物之一。随着国民经济的不断发展, 人们对粮食的需求也不断增加。因此, 提高玉米收获效率和质量, 对于保障国家粮食安全、提高农业生产效益具有重要意义。基于此, 文章将围绕玉米籽粒收获机械清选系统设计改进及分离性能试验展开探讨。

2 玉米籽粒收获机械清选系统概述

玉米籽粒收获机械的清选系统作为整机作业环节里的核心组成部分, 其功能是借助气流与筛分的联合作用, 达成籽粒和秸秆碎片、苞叶残留、土壤颗粒等杂质的有效分离^[1]。风机、风道、筛箱、筛面、杂余排出口和清选输送装置共同组成清选系统, 其工作原理在于脱粒装置产生的混合物进入

系统后由风机形成的定向气流把轻质杂物吹走, 与此同时筛面借助往复运动或者摇动达成颗粒群的分层与分级, 最终实现玉米籽粒集中收集起来, 而杂余从排出口排出。

3 玉米籽粒收获机械清选系统设计改进

3.1 风量调控机构优化

在玉米籽粒收获机械清选系统里风量调控方面, 当前机型大多采取单一风机转速调节模式, 然而当面对籽粒堆积厚度出现差异, 杂质比例产生波动以及负荷不均衡情况时, 这种方式会致使气流分布不均匀并且分离效果不稳定。因而针对风量调控机构优化的改进设计可从以下几点着手: 风机出口部位安装多级角度分档设计的可调节导向叶片, 借助机械连杆组达成角度同步调节以此确保在不同作业状态时气流方向与速度能够合理分配。于主风道内部增加分流板结构, 以实现主气流精准划分成上下两层。其中, 上层气流作用在玉米籽粒堆积的表层, 旨在对轻质叶壳以及破碎碎屑迅速清除。而下层气流对玉米籽粒堆积内部作用, 旨在对中轻杂质予以稳定分离, 以此改进气固两相流的分层均匀性。出

【作者简介】张伟(1988-), 男, 中国山东临沂人, 本科, 工程师, 从事大型谷物联合收获机研究。

于对由局部高速气流所引发的籽粒飞扬现象和物料二次混杂现象抑制目的,风道两侧应当设置缓冲格栅,其中格栅孔径需要根据玉米籽粒平均粒径确定,同时采取渐缩过渡结构来降低气流冲击梯度以此维持籽粒运动轨迹的稳定性^[2]。针对风量调控环节的改进设计可采取多级机械调节机构,让风机转速调节和导向叶片角度调控协同运作,保障在不同的籽粒含水率、中密度和杂质负荷状况下气流场始终维持稳定分布,达到风量与物料流量的精准匹配目的。在复杂田间工况当中借助上述结构优化改进设计举措,能够让玉米籽粒收获机械清选系统的籽粒损失率实现稳定控制且始终维持高效的分离能力。

3.2 筛面运动参数改进

针对清选系统筛面运动参数的设计工作上,重点需围绕因传统单一往复式直线运动致使的物料分布不均衡以及筛效率不高这类问题展开结构方面的改进举措,具体为:把偏心连杆与弹性支撑相结合的复合驱动方式引入筛面驱动机构,让筛面在达成直线往复的前提下形成叠加椭圆轨迹的复合运动轨迹。通过改变偏心距以及弹性元件刚度参数,该设计可对筛面加速度曲线予以调控,如此一来籽粒在筛面上的抛撒高度得到增强,同时空间分层效果得以提升进而确保籽粒和杂质实现有效分离。丝杆—螺母机构布置于机体两侧,与支撑导轨相匹配将筛面倾角设计成可调式结构,通过调节丝杆螺距使得倾角连续可变,以此适应不同含杂量、杂质粒径分布以及籽粒水分条件下的清选需求。同时这一倾角调节能够改变籽粒于筛面上的停留时间以及运动速度,且使各段筛面上物料分布均匀性能够得到优化。此外,筛孔设计宜采用梯度布置方式。即前段将筛孔尺寸增大并采用长圆孔形式,以此提升大粒径杂质的快速排出效率,尾段布置小孔径筛面以保证玉米籽粒留存率并防止漏失;中段则逐步过渡为中小孔径筛型,从而增强籽粒与细小杂质的分级分离能力。针对孔径分布环节改进设计则需考虑籽粒破碎率以及籽粒尺寸分布特性,以把筛孔开孔率控制于合理区间来防止筛面堵塞。可调倾角设计梯度筛孔布置以及复合驱动结构通过协同作用能显著改变籽粒在筛面上的运动轨迹,在整个清选过程里这确保了物流态的均匀性、分层的充分性以此达成提升清选稳定性与精度的目标。

3.3 杂余排出结构改进

在玉米籽粒收获机械的清选系统里,杂余排出结构是否合理直接对籽粒与杂质的分离成效、设备运行的稳定性二者产生作用。在现有的机型当中普遍采取的是单一出口连续排杂方式,当杂质的含量处于较高水平,又或者杂质的组分呈现出复杂的状态时,这种结构很容易出现堆积以及堵塞的情况,进而使得籽粒含杂率有所上升。为实现不同杂质的定向输送,改进设计上可在筛尾处增设双向分流排出口,构建轻杂与重杂的分级排出通道,如此一来密度较大的秸秆碎片及较粗枝梗在重力作用下沿着下方通道排出;而轻质苞叶及

细碎叶片,借助风力引导进入上方排出口。为保证在高负荷情形下排出的连续性和稳定性,需在排出口内部设置螺旋输送装置^[3]。采用能够调节螺距的结构用来适应不同含杂量的作业工况,并且通过对螺旋叶片和通道壁之间间隙的控制防止回落现象出现。同时可在排出口与后续输送机构之间设置缓冲仓,鉴于排杂瞬时流量波动颇为显著,缓冲仓内部运用分流隔板与导向槽的组合结构,既达成杂质的均匀过渡以及二次分散,又避免杂质在短时间内集中堆积进而引发返堵情况。另外,为加强轻质杂物的上行排出减轻筛面二次负荷,可通过在缓冲仓上部设计可调式风口调控气流方向与速度,进一步提高分流的精准性以及减少杂质堆积保证它们顺畅外排。作为整体结构设计措施,借助机械和气流的协同效应提升杂余排出系统的自适应能力,在确保筛面清洁度的同时,又防止籽粒损失以及系统负载过高情况发生。

4 玉米籽粒收获机械清选系统分离性能试验设计

4.1 试验条件设定

玉米籽粒收获机械清选系统的分离性能试验开展前,要针对试验条件予以系统化的设定安排,以此确保所获取数据具备准确性以及代表性。在试验材料上针对玉米籽粒含水率要严格控制三个水平,分别是20%、25%和30%,它们依次对应籽粒生理成熟期、蜡熟期以及高水分滞留状态。处理方式采用人工调湿和自然风干相结合,含水率检测运用烘箱法并且在每批物料进入试验前都要进行复测以此保证水分梯度的准确性。杂质类型主要涵盖破碎秸秆叶片,穗轴碎片以及泥土颗粒,需将混合物中的杂质含量分别配制为5%、10%和15%,运用定量电子秤依照比例加入这些杂质。接着使用水平式搅拌装置开展均匀混合操作,混合完成后借助三点取样法对杂质含量进行复核,以此确保工况模拟的一致性。选用配备改进型清选装置的籽粒收获样机作为试验机具,把清选装置的风机风量设为低中高三个梯度,具体通过风机转速与风道开度的组合来进行调节;采用激光测振仪对振动参数予以实时校核,筛面振动频率和振幅在低中高这三个水平上分级设置,进料量借助变频控制喂入装置予以精确调节,设置小流量、中流量以及大流量这三个水平,随后在每一水平稳定运行5分钟之后进行取样检测,以此保证进料的均匀性。为防止物料堆积干扰清选流程,在进料前借助螺旋输送机对混合物料进行连续缓冲供给,并于供给口安置料位控制装置来维持流态稳定。在封闭环境当中开展所有试验,将外界风源干扰避开,针对每一组合条件都要把试验重复三次,且必须彻底清理物料残余,目的消除前次试验给后续运行带来的影响。

4.2 气流分布测定

针对玉米籽粒收获机械清选系统分离性能试验中气流分布测定,应借助多点布设与复合方法来获取准确数据,