

# 基于现状分析的青花椒螺旋分选技术探究

贺志强 胡戴丽 马海芳 祝金辉 梁厚宽 夏卫海  
湖州学院智能制造学院, 中国·浙江 湖州 313000

**摘要:** 论文聚焦于青花椒精选加工领域, 深入分析当前加工过程中存在的问题, 详细阐述螺旋分选技术的原理和特点, 并结合青花椒的物料特性, 探讨该技术在青花椒分选中的应用前景。人工分选成本高、效率低且可持续性差; 现有的色选机等设备对原材料要求苛刻、结构复杂、色选效果不佳且成本高昂。螺旋分选机凭借其结构简单、运行成本低的优势, 已在其他领域得到了广泛应用。尽管在青花椒分选中面临一些挑战, 但经过深入研究和优化后, 该技术有望解决青花椒加工中的难题, 为青花椒产业的发展提供重要参考。

**关键词:** 青花椒; 加工现状; 螺旋分选; 分选技术; 技术展望

## Exploration of Spiral Sorting Technology for Green Sichuan Pepper Based on Current Situation Analysis

Zhiqiang He Daili Hu Haifang Ma Jinhui Zhu Houkuan Liang Weihai Xia

School of Intelligent Manufacturing, Huzhou College, Huzhou, Zhejiang, 313000, China

**Abstract:** This paper focuses on the field of green Sichuan pepper selection and processing, deeply analyzes the problems existing in the current processing situation, elaborates on the principle and characteristics of spiral sorting technology in detail, and combines with the material characteristics of green Sichuan pepper to explore the application prospects of this technology in the sorting of green Sichuan pepper. Manual sorting has high costs, low efficiency, and poor sustainability. Existing equipment such as color sorters has strict requirements for raw materials, complex structures, poor color sorting effects, and high costs. The spiral sorter, with its advantages of simple structure and low operating costs, has been widely used in other fields. Although it faces some challenges when applied to the sorting of green Sichuan pepper, after in - depth research and optimization, it is expected to solve the processing problems of green Sichuan pepper and provide a reference for the development of the green Sichuan pepper industry.

**Keywords:** green sichuan pepper; processing situation; spiral sorting; sorting technology; technology prospect

## 0 前言

在当今多元化且丰富的应用场景中, 花椒属植物凭借其独特的性质与功效, 发挥着重要的作用<sup>[1-3]</sup>。

药物研发领域: 它们为众多创新药物的开发提供了关键的天然成分。

化妆品行业: 花椒属植物的提取物被巧妙地运用, 赋予产品独特的功效与吸引力。

烹饪界: 花椒是一种不可或缺的调味料, 为菜肴增添了独特的风味。

中国无疑是花椒种植大国, 青花椒的种植规模相当可观, 其种植面积占花椒总种植面积的 40%。其中, 重庆地区凭借其适宜的气候、土壤等优越条件, 成为青花椒的主要产区, 其干果产量占全国总量的 70%。例如, 2023 年, 重庆市江津区的青花椒种植面积超过 3.5 万公顷, 鲜花椒产量达到 28.5 万千克, 总产值超过 52 亿元人民币。这无疑为当地经济发展做出了重要贡献, 成为推动区域经济增长的重要引擎<sup>[4-6]</sup>。

然而, 不容忽视的是, 在青花椒的加工环节中暴露出许多复杂的问题。例如, 分选技术的滞后导致青花椒品质参差不齐, 影响了其在各领域的应用。这些问题严重制约了青花椒产业的进一步发展。因此, 寻找高效的分选技术已成为当务之急, 这对于青花椒产业的可持续发展具有极其重要的意义。

## 1 青花椒精选加工现状

在当前青花椒分拣加工领域, 人工分拣是一种极为常见的作业方式。

### 1.1 人工分拣的特点与问题

在实际工作环境中, 工人们需要长时间保持高度专注, 仔细检查并识别混入青花椒中的各类杂质。这一过程在体力和精神疲劳方面不容小觑, 工作强度极高<sup>[7-8]</sup>。近年来, 随着经济社会的发展, 劳动力成本逐年上升。因此, 人工分拣成本也随之增加, 已然成为企业运营成本的重要组成部分。人工分拣的效率受多种因素影响。

### 1.1.1 工人个体差异

工人的能力参差不齐,新员工和经验丰富的员工在分拣速度上存在明显差异。

### 1.1.2 工作疲劳影响

随着工作时长的增加,工人们很容易感到疲劳,这会显著影响分拣速度和质量。所以,要确保分拣的稳定性和一致性颇具难度。在青花椒收获季节,大量新鲜的青花椒等待分拣,而人工分拣速度远远落后于需求。大量产品积压在仓库,这不仅占用了宝贵的仓储空间,还对资金流动造成阻碍,大幅增加企业运营成本,严重损害经济效益。

## 1.2 现有设备分拣的缺陷

面对人工分拣的诸多弊端,许多企业将目光投向市场上现有的花椒色选机等设备。然而,这些设备在应用于青花椒分拣加工时,同样存在一系列缺陷。

### 1.2.1 设备成本与维护问题

就设备本身而言,色选机结构复杂,由众多精密部件组成。这不仅提高了设备购置成本,让许多中小企业望而却步,而且后续的调试和维护难度超乎想象。一旦某个部件出现故障,维修技术人员不得不花费大量时间来诊断问题。维修所需的部件价格昂贵,整个维修过程耗时久且成本高昂<sup>[9]</sup>。

### 1.2.2 杂质识别与能耗问题

此外,色选机的杂质分类原理主要基于颜色差异。但在现实中,青花椒的一些杂质,如颜色相近的小树枝和花椒籽,与青花椒果皮的颜色极为相似,色选机很难准确区分它们。结果,色选后的产品仍然含有大量杂质,无法满足高质量加工的要求。另外,色选机在运行过程中能耗较大。长期持续运行会产生相当高的电费成本,进一步推高企业的加工成本。人工分拣和现有的色选设备在青花椒分拣加工中都面临诸多问题。为推动整个青花椒加工行业的发展,迫切需要更高效、可靠的解决方案。

## 2 螺旋分选技术原理及特点

螺旋式分选技术是一种高效的颗粒物料分选方法。

### 2.1 螺旋分选技术原理

其核心原理在于巧妙利用螺旋面,借助重力、离心力和摩擦力的综合作用,实现对不同颗粒的精准分选。在螺旋式分选设备中,物料通过进料口缓慢进入,随后沿螺旋面开始移动。由于表面粗糙度、形状和密度的差异,不同特性的颗粒在移动过程中会受到完全不同的力,从而形成不同的运动轨迹,最终达到分选的目的<sup>[10-11]</sup>。

例如,在对颗粒状农产品进行螺旋式分选时,球形度低且表面粗糙度高的颗粒在移动过程中与设备表面的摩擦力较大,摩擦系数较高。这使得它们的移动速度相对较慢,产生的离心力也较小。在这些力的综合作用下,此类颗粒倾向于沿着螺旋面内侧缓慢排出。相反,球形度高且表面粗糙度低的颗粒在移动时的摩擦系数较低。一旦进入螺旋式分选

设备,它们能够快速加速,达到更高的移动速度,并因此产生更大的离心力。这种较大的离心力会使它们不稳定地从螺旋面内侧被甩向外侧,最终通过外侧螺旋面排出,从而成功与其他颗粒分离。

## 2.2 螺旋分选设备的特点

### 2.2.1 结构简单

螺旋式分选设备具有许多显著的优点,其中之一就是其结构简单。它主要由螺旋面、进料装置和出料装置等关键部件组成。与结构复杂的色选机等设备相比,它的零部件数量大幅减少,整体构造简单明了。这种简洁的设计带来了诸多益处。一方面,它显著降低了设备的制造成本,减少了生产过程中的材料和技术投入。另一方面,它也使得设备的后续维护和保养更加轻松便捷。技术人员能够快速熟悉设备的结构,诊断故障并更换零部件,有效减少了设备停机时间,提高了生产效率<sup>[12-13]</sup>。

### 2.2.2 运行成本低

同时,螺旋式分选设备的运行成本也较低。在运行过程中,其能耗相对较低,且无需复杂的供电系统。这不仅降低了长期运行成本,减少了能耗和运营费用,还使得设备的使用更加灵活,能够适应各种工作条件和生产需求。

### 2.2.3 适用性和可靠性强

该技术在不同领域展现出了显著的适用性和可靠性。

农业领域:它被广泛用于对小麦、豆类等颗粒状物料进行分选,有效提高了农产品的质量和纯度。

工业领域:它在采矿、煤炭行业以及固体废弃物处理中对混合颗粒物料的分选也发挥着重要作用,为资源的高效回收和再利用提供了可靠支持。

得益于长期的实践应用,螺旋式分选技术积累了丰富的经验,形成了成熟的应用基础,为我在更广泛领域的拓展和创新提供了可靠的保障。

## 3 青花椒物料特性及螺旋分选技术的应用

在青花椒加工行业中,螺旋分选技术凭借其独特优势,正日益成为该行业发展的重要因素。

### 3.1 青花椒物料特性

深入研究青花椒物料的特性,有助于在加工过程中更有效地运用螺旋分选技术。青花椒具有一系列独特特性。

果实形态:其果实较小,果实与茎相连的部位尤其细小。尽管这一特性在传统分选过程中会带来困难,但在螺旋分选过程中,它有助于在螺旋面复杂的力场中轻松分离不同成分。由于青花椒颗粒尺寸较小,在螺旋面上,它们在重力、离心力和摩擦力的共同作用下,运动差异更为明显,从而为精准分选创造了条件。

果皮特性:青花椒的薄皮在设备设计合理的情况下,能使一些杂质得以分离。因为这些杂质附着力较弱,在轻微摩擦下更容易分离。同时,如果能正确控制摩擦程度,就可

以避免对青花椒造成重大损伤。

生物力学特性差异：不同种植区域和采摘日期的青花椒在生物力学特性上存在差异，例如弹性模量和摩擦系数。在螺旋分选过程中，这些差异通过调整螺旋面参数和喂料特性，利用不同的运动轨迹和摩擦力，实现更精细的分选，根据品质对具有不同特性的青花椒进行分类。

### 3.2 螺旋分选技术在青花椒分选中的应用

#### 3.2.1 分选质量

在分选质量方面，螺旋分选技术能够有效应对青花椒的复杂特性。根据青花椒不同成分在形状和摩擦系数上的显著差异，螺旋分选机可确保有效分离。球形度低、表面粗糙度高的颗粒，如含有杂质的青花椒或低质量果实，运动摩擦系数大、运动速度慢且离心力小，因此会沿着内螺旋面排出。而球形度高、表面粗糙度低的颗粒，即优质青花椒颗粒，运动摩擦系数小、运动速度快且离心力大，形成不稳定运动，并从内螺旋面抛向外螺旋面，从而实现对不同品质青花椒的分选。

#### 3.2.2 应用适应性

在实际应用中，螺旋分选技术展现出良好的适应性。

参数调整：通过调整螺旋面的参数，如螺旋角和径向倾角，可以满足不同特性青花椒的分选要求。对于弹性模量和摩擦系数差异显著的不同批次青花椒，可相应调整螺旋角，以调整颗粒在螺旋面上的运动轨迹，确保有效分选。

喂料特性控制：在喂料特性方面，合理控制喂料速度和喂料半径可以进一步优化分选效果。例如，对于容易缠绕的青花椒，适当降低喂料速度可以减少缠绕现象，提高分选效率<sup>[14-15]</sup>。

尽管螺旋分选技术在应用于青花椒分选时仍面临一些挑战，但随着对青花椒物料特性的更深入理解以及螺旋分选技术的不断改进，其优势将愈发明显。未来，螺旋分选技术有潜力成为青花椒分选领域的领先技术，有力支持青花椒产业的高质量发展，推动整个行业迈向新高度，实现可持续发展。

## 4 螺旋分选技术在青花椒分选中的展望

虽然螺旋分选技术在应用于青花椒分选时，确实面临一系列问题，如容易堵塞、损耗高以及分选结果不稳定，但深入研究和优化这项技术不仅意义重大，而且前景极为广阔。

### 4.1 理论基础研究

螺旋曲面作为螺旋分选技术的核心要素，深入分析其形成原理至关重要。通过大量严谨的实验研究、精确的理论分析和先进的模拟技术，深入探究螺旋曲面的结构参数，如螺距、螺旋角等，以及喂料特性，如喂料速度、喂料量的均匀性等其他因素，还有它们在青花椒分选过程中对青花椒分离和运动的作用机制。此外，全面揭示青花椒分选的一般规

律，为后续创建具有可靠性能和新颖分选机制的低成本分选技术与设备奠定坚实的理论基础。

### 4.2 设备优化设计

基于这一坚实的理论基础，研究人员可以更有针对性地开展螺旋分选设备的优化设计工作。

结构优化：在设备结构方面，考虑到青花椒物料的独特特性，如果实小、易缠绕和果皮薄，精确调整螺旋曲面的形状和尺寸。例如，增加导流结构，以减少可能导致青花椒缠绕的缝隙和锐角，使设备内物料的流动更加顺畅。

参数优化：在参数设置方面，通过反复实验和数据分析，确定最适合青花椒分选的参数，如螺旋曲面的角度和倾斜度，同时精确控制喂料速度和半径，从而有效减少堵塞和损耗问题，并显著提高分选效果的稳定性和精度。

从长远来看，预计螺旋分选技术的这种优化将从根本上突破当前青花椒产业在分选方面面临的瓶颈。它不仅能显著降低加工成本、提高生产效率，还能显著提升产品质量，增强青花椒产品在市场上的竞争力，有力推动青花椒产业迈向新的发展阶段，确保产业的可持续、高质量发展，并为整个产业带来新的增长机遇和活力<sup>[16]</sup>。

## 5 结语

青花椒的挑选和加工现状不容乐观。无论是人工分选还是使用现有设备进行分选，都面临着诸多问题，严重阻碍了青花椒产业的发展。螺旋式分选技术凭借其独特的原理以及结构简单、运行成本低的特点，在其他领域展现出了良好的应用效果。尽管在应用于青花椒分选时会遇到一些问题，但通过深入研究其运行机制，并结合青花椒的特性进行优化，螺旋式分选技术有望成为解决青花椒加工问题的有效方案，为青花椒产业的发展注入新的动力，助力其实现可持续和高质量发展。在未来的研究和实践中，需要加大对螺旋式分选技术用于青花椒分选的研发投入，持续开展相关研究和创新，使其更好地服务于青花椒产业。

### 参考文献：

- [1] 颜安.做一盒花椒面膜用量比一顿火锅还要多[N].重庆日报, 2025-01-08(011).
- [2] 韩富军,刘小勇,彭海,等.甘肃文县青花椒生产现状及其产业提升对策建议[J].寒旱农业科学,2024,3(12):1086-1090.
- [3] 徐红蕾,郭晓能,刘丽丽,等.耳穴压豆结合中药热奄包对腰椎间盘突出症影响[J].光明中医,2024,39(23):4754-4756.
- [4] 黄云成,宗玉洁,王可鑫,等.青花椒精油、红花椒精油对奶牛瘤胃体外产气量及发酵参数的影响[J].中国畜牧杂志,2024,60(10):297-302.
- [5] 张文韬.不同储藏条件下鲜青花椒的品质研究以及青花椒产品的研发[D].成都:成都大学,2024.
- [6] 刘子龙,李乔,马学义,等.饲料中添加花椒籽对湖羊营养物质表观消化率、肠道发育、免疫功能和消化酶活性的影响[J].动物营养学报,2024,36(5):3131-3142.

[7] 李继琼,雷艳婷,江星玉,等.喀斯特高原峡谷石漠化植被恢复对土壤微生物群落结构和有机碳的影响[J/OL].广西植物,1-17[2025-01-23].

[8] 尹晓峰,付苇.乡村振兴背景下重庆市江津区花椒产业发展探讨[J].南方农业,2024,18(23):140-143.

[9] 喻伟,周劲,黄金良.基于改进YOLOv5稻米垜白检测的研究[J/OL].中国粮油学报,1-14[2025-01-23].

[10] 王治帅,李学娟,高少鹏,等.LXA1200型螺旋分选机应用效果研究[J].煤炭加工与综合利用,2023(8):54-58

[11] 刘鹏辉.细粒煤螺旋分选错配物迁移机理研究[D].太原:太原理工大学,2023.

[12] 高禄江,李雷,高永贵.禾草沟煤业选煤厂煤泥水系统浓缩工艺的优化改造实践[J].矿业装备,2024(10):13-15.

[13] 刘磊,朱存平,何宏伟,等.铺龙湾选煤厂粗煤泥提精技术改造[J].山西焦煤科技,2024,48(7):12-14+46.

[14] 李小乐,吴树明,赵杰,等.三产品煤泥重介旋流器在荣辉选煤厂的应用研究[J].煤炭加工与综合利用,2023(11):6-10+15.

[15] 贺炳伟,赵云,李雷,等.分级分选一体化旋流器的研制与应用[J].煤炭加工与综合利用,2023(9):27-30.

[16] 赵一飞,李振,陶亚东,等.螺旋分选机槽面颗粒分布特征研究[J].选煤技术,2020(1):12-17.

作者简介：贺志强，男，中国安徽安庆人，本科，从事机械设计制造及其理论研究。