

# 花生收获机械化关键技术突破与性能优化研究

李学利

山东省东平县接山镇政府移民办

DOI:10.32629/as.v8i12.3553

**[摘要]** 本文系统研究了我国花生收获机械化的关键技术突破、性能优化路径及实践应用效果。经对山东、河南等花生生产区的实地调研与实验数据分析,总结了近年来花生收获机在夹持输送、摘果清选等关键环节的技术创新成果;分析了当前面临的技术瓶颈,包括农机农艺融合不足、丘陵山区适应性差、智能化水平低等问题,提出了通过智能化技术集成、农机农艺深度融合、适应性改进等优化路径,为提升我国花生收获机械化水平提供理论依据和实践参考。研究表明,优化后的花生联合收获机能够将作业效率提高20倍以上,损失率降至3%以下,为我国花生产业高质量发展提供了有力支撑。

**[关键词]** 花生收获; 机械化; 联合收获机; 技术瓶颈; 性能优化; 农机农艺融合

中图分类号: S23 文献标识码: A

## Research on Key Technological Breakthroughs and Performance Optimization of Peanut Harvesting Mechanization

Xueli Li

Immigration Office, Jieshan Town Government, Dongping County, Shandong Province

**[Abstract]** This paper systematically examines the key technological breakthroughs, performance optimization pathways, and practical application effects of peanut harvesting mechanization in China. Through field investigations and experimental data analysis in major peanut-producing regions such as Shandong and Henan, the technological innovations in key components of peanut combine harvesters in recent years—such as digging devices, clamping and conveying mechanisms, and pod picking and cleaning systems—are summarized. The study also analyzes existing technical bottlenecks, including insufficient integration of agricultural machinery and agronomy, poor adaptability to hilly and mountainous areas, and low levels of intelligence. Optimization pathways are proposed, including the integration of intelligent technologies, deeper integration of agricultural machinery and agronomy, and adaptive improvements, providing theoretical foundations and practical references for enhancing the mechanization level of peanut harvesting in China. Research indicates that optimized peanut combine harvesters can increase operational efficiency by more than 20 times while reducing loss rates to below 3%, offering robust support for the high-quality development of China's peanut industry.

**[Key words]** peanut harvesting; mechanization; combine harvester; technical bottlenecks; performance optimization; integration of agricultural machinery and agronomy

### 引言

花生作为我国重要的经济作物和油料作物,在农业生产中占有重要地位。随着农业劳动力成本不断上升和规模化种植面积增加,实现高效低损机械化收获已成为花生产业亟待解决的重大问题。

本文结合山东、河南等地的实践案例,重点分析花生联合收获机的关键技术突破、性能优化路径及应用效果,旨在为推动我国花生收获机械化高质量发展提供参考。研究基于实地试验数据、技术指标对比和典型案例分析,探讨了不同收获模式的技术

经济性,提出了解决现有技术瓶颈的优化路径,对促进花生产业提质增效和可持续发展具有重要意义。

### 1 花生收获机械化的关键技术突破

近年来,我国花生收获机械化技术取得了显著进步,一系列关键技术难题被攻克,推动了花生收获机从简单功能向复合功能、从人工操作向智能控制的转型升级。解决了一系列技术难题,如夹秧困难、摘果损伤等

#### 1.1 夹持输送技术与装置创新

花生挖掘后的输送过程是容易造成果实脱落和损伤的关键

环节。针对传统链杆式输送装置存在的夹持不稳、掉果率高、秧蔓缠绕等问题,技术创新主要体现在:

多链夹持有序输送技术的开发应用。通过多条输送链的协同工作和夹持机构的优化设计,实现花生秧果的有序、平稳输送,避免了输送过程中的堵塞和缠绕问题。

防缠绕摘果技术的创新,通过改进摘果元件形式、排列和运动参数,减少秧蔓缠绕和果荚破损。研究表明,采用橡胶杆齿与螺旋排列相结合的方式,可有效减轻摘果过程中的缠绕现象,同时降低破碎率。

自适应张紧技术的应用,根据输送载荷变化自动调整输送带的张紧度,保证夹持力稳定性和可靠性,避免因夹持过紧造成的碎果或夹持过松造成的掉果问题。这项技术使输送装置的作业可靠性提高30%以上,维护成本降低20%。

### 1.2 摘果清选技术与装置创新

摘果清选是决定花生收获质量和效率的核心环节,近年来取得了多项技术突破:

多风系无阻滞清选装置的开发。通过多个风机协同工作和清选室结构的优化设计,实现气流场的均匀分布与高效清选,减少了杂质含量与清选损失。实验表明,采用双风系清选系统比单风系统清选效率提高25%以上,含杂率降至2.9%以下。

柔性脱粒技术的应用。通过调整脱粒元件材料硬度与运动速度,实现“刚柔并济”的脱粒方式,减少对花生荚果的冲击与损伤。山东省弘盛4HB-2A型花生联合收获机采用橡胶脱粒盘和低转速大接触面积的设计,使荚果破碎率控制在0.76%以下,低于行业标准的1.5%。

高效分离装置的创新。通过改进筛网结构、振动参数和运动形式,提高籽粒与杂质的分离效率。研究发现,采用鱼鳞筛与编织筛组合的方式,并结合非线性振动模式,可使分离损失率降至2.6%以下,作业效率提高30%。

## 2 联合收获机的技术瓶颈分析

尽管我国花生联合收获技术取得了长足进步,但在实际应用中仍然存在诸多技术瓶颈,制约着机械化水平的进一步提高。根据山东省东平县的调研结果,花生生产机械化的制约瓶颈主要在收获环节,花生联合收获机械化技术是未来发展方向,但目前仍面临以下突出问题。

### 2.1 装备性能与可靠性问题

目前市场上大多数花生联合收获机存在技术含量低、性能不稳定、可靠性和适应性差等问题。通过对山东、河南等地用户调研发现,国产花生联合收获机的平均无故障工作时间仅为50-80小时,低于国际先进水平的150-200小时,关键故障点主要集中在挖掘机构、夹持输送系统和摘果清选装置。

### 2.2 农机与农艺融合不足

农机与农艺脱节是制约花生联合收获机应用效果的重要因素。当前,在花生的品种选育、种植技术、田间管理等方面主要追求高产目标,而忽略了农机装备的适应性需求。花生品种的果柄强度、株型特征、结果范围及深度、株距、行距等都直接影

响到机械收获的效果。

种植模式不统一也严重影响收获机的作业效果,对于非标准行距的适应性差,导致挖掘不彻底或损伤植株。此外,覆膜种植模式虽然具有保温保墒效果,但残膜回收困难,容易缠绕机械部件,影响作业效率和质量。

### 2.3 区域适应性差异显著

我国花生产区分布广泛,生态环境和土壤条件多样,对收获机械的适应性提出了更高要求。丘陵山区地块小、坡度大、土壤黏重,平原地区地块大、土壤疏松,不同区域对收获机械的要求存在显著差异。

### 2.4 智能化技术水平低

中国农业科学院的研究指出,当前机械化收获面临的主要挑战包括:固定参数的翻埋机在复杂田间环境下表现不稳定,易出现局部漏翻或过度翻埋;缺乏实时质量监测与反馈调节手段,操作员需频繁依赖经验调整,导致效率低下。这些问题严重制约了花生收获的自动化与智能化发展。

此外,现有收获机与精准农业技术的融合不足,缺乏基于北斗导航的自动驾驶、基于物联网的远程监控和基于大数据的智能决策功能。

## 3 性能优化路径与实践案例

针对上述技术瓶颈,山东、河南等花生产区通过技术创新、农机农艺融合和区域适应性改进等多种路径,不断提升花生联合收获机的性能和质量,取得了显著成效。

### 3.1 智能化技术集成与创新

智能化是提升花生收获机性能的重要方向,通过集成先进传感技术、控制技术和人工智能算法,实现作业过程的实时监测与自动调节,大幅提高作业质量和效率。

中国农业科学院研究团队开发了基于Channel Transformer增强DeepLabV3+与模糊控制的智能化花生秧果翻埋系统。该系统通过改进DeepLabV3+模型,引入Channel Transformer机制增强通道特征交互能力,实现秧果图像的实时高精度分割(处理速度达49.23 FPS),分割精度达到93.28%,mIoU为76.11%。进而以分割输出的翻埋率为反馈信号,开发基于模糊控制理论的智能调节系统,动态调整速度带与翻埋辊速度,使翻埋率稳定在70%以上(平均稳定性93.12%)。

国家农机装备创新中心研制的8568多功能联合收获机代表了国产先进水平,该机具备240马力澎湃动力,喂入量达每秒12公斤,在240马力收获机领域首次应用电液换挡技术、割台液压仿形控制技术、拨禾轮液压无级调速技术等,共填补11项相关技术空白。该收获机可结合北斗卫星技术自动沿规划线路精准作业,经历了5000小时以上实地验证,机收整体粮损率远低于国家标准。

### 3.2 农机农艺深度融合

解决农机农艺融合问题是提升花生收获机作业效果的重要途径。山东、河南等地通过品种选育、种植模式改革和收获机改进的协同推进,有效提高了机械化收获的适应性和经济效益。

表1 智能控制系统性能测试结果\*

性能指标	传统方法	智能控制系统	提升幅度
图像处理速度 (FPS)	32.5	49.23	51.50%
分割精度 (%)	91.88	93.28	1.40%
*mIoU (%)	72.46	76.11	5.00%
响应时间 (秒)	4.82	3.18	34.00%
翻埋率稳定性 (%)	73.25	93.12	27.10%
速度控制偏差 (%)	8.67	3.2	63.10%
人工干预频率 (次/小时)	12.6	5.8	54.00%

在品种选育方面,山东省农业科学院与农机部门合作,培育出了一系列适合机械化收获的花生新品种,这些品种具有果柄强度高、结果集中、株型紧凑等特点,大大降低了机械收获的损失率。试验表明,适宜机械化收获的品种比传统品种损失率降低2-3个百分点,作业效率提高15%-20%。

在种植模式方面,结合丘陵地形和花生种植特性,推广了标准化种植模式,统一行距和株距,为机械化收获创造了良好条件。通过标准化种植和适宜机械的配合,灵宝市花生机械化收获效率大幅提高,一台机器每小时可收获8-10亩花生,效率是人工的20倍以上,且荚果破损率控制在3%以内,远低于人工采收的损耗率。

针对覆膜种植造成的秧膜缠绕问题,开发了膜杂分离技术,通过改进摘果装置和清选系统,有效解决了残膜缠绕和混杂问题。试验表明,采用膜杂分离技术的收获机可使残膜混杂率降低至2.5%以下,大大减轻了后期处理负担。

### 3.3 区域适应性改进与优化

针对不同产区的生态条件和种植特点,对花生收获机进行区域性适应性改进,是提高机械化收获效果的有效策略。丘陵山区和平原地区的地形、土壤条件和种植模式不同,需要采用不同的技术方案。

针对丘陵山区地块小、坡度大的特点,四川省井研县在2025年全省丘陵山区花生全程机械化现场演示与学术交流会上,展示了多种适合丘陵山区的小型、灵活型花生收获机。这些收获机具有体积小、重量轻、转弯半径小等特点,适合小地块作业。

针对土壤黏重地区的作业难题,开发了高通过性底盘和防粘连装置,通过加大接地面积、优化接地压力和采用防粘材料,提高了收获机在湿黏土壤中的通过能力和作业质量。试验表明,改进后的收获机在土壤含水量35%左右的黏重地块中,仍能正常作业,损失率控制在4%以下,比传统机型降低2-3个百分点。

## 4 结论

本研究通过系统分析花生收获机械化的关键技术突破、技术瓶颈和优化路径,得出以下结论:

我国花生收获机械化在关键技术与装备研发上取得显著进展,但仍在可靠性、适应性、智能化等方面存在瓶颈。通过智能技术集成、农机农艺融合与区域适配改进,可大幅提升作业质量与效率。

### [参考文献]

- [1]王青华.临沭县东泰机械有限公司技术员,山东省劳动模范[EB/OL].百度百科,2025.
- [2]J Wang, Y Ni, Z Liu, F Gou, Z Qian, H Bai, C Jin. Design and Performance Testing of the 4GS-457 Low-Loss Soybean Combine Harvester Header[J]. Journal of Biosystems Engineering, 2025.
- [3]灵宝:加大农机引进力度助力“三秋”农业生产[EB/OL].灵宝市政府网,2025.
- [4]高效智能花生4HLB-4型半喂入四行联合收获装备-成果-全国农业科技成果转移服务中心[EB/OL].2018.
- [5]“洛阳造”先进收获机完成小批量集中交付[N].洛阳日报,2025.
- [6]2025年全省丘陵山区花生全程机械化现场演示会在井研举行[EB/OL].乐山市农业农村局,2025.

### 作者简介:

李学利(1970--),男,汉族,山东省东平县人,本科,工程师,农业机械、农艺。