

# 新型轻量化水稻收割机的设计与性能研究

张继鑫, 杨 阳\*, 乔春涛, 李文卓, 李廉政

吉林工程技术师范学院 (吉林 长春 130052)

**摘要:** 传统水稻收割机存在重量大、燃料消耗大、造成土壤压实等问题。为此, 本文采用轻量化材料和简化设计原则, 提出了一种新型收割机的设计思路。通过优化割台、传动系统和清理装置等部件的设计, 并选择合适的材料, 实现了收割机的轻量化。新型收割机在收割效率、清理效果和能耗方面具有显著的改进。与传统收割机相比, 新型轻量化收割机具有更高的效率和更低的能耗。其在农业生产中具有重要的意义, 可以提高农业生产效率, 降低资源消耗, 并具有广阔的应用前景。

**关键词:** 新型轻量化水稻收割机; 设计; 性能研究

**基金项目:** 新型轻量化水稻收割机 (吉林工程技术师范学院 2023 年大学生创新创业训练计划项目, 项目编号: 202310204046)

\* 通讯作者

## Research on the design and performance of a new lightweight rice harvester

Zhang Jixin, Yang Yang\*, Qiao Chuntao, Li Wenzhuo, Li Lianzheng

Jilin Engineering and Technology Normal University, Jilin Changchun 130052, China

**Abstract:** Traditional rice harvesters have problems such as heavy weight, high fuel consumption, and soil compaction. Therefore, this paper adopts lightweight materials and simplified design principles, and proposes a new type of harvester design idea. By optimizing the design of components such as the header, drive system and cleaning unit, and selecting the right materials, the weight reduction of the harvester was achieved. The new harvester offers significant improvements in harvesting efficiency, cleaning efficiency and energy consumption. Compared to traditional harvesters, the new lightweight harvester has higher efficiency and lower energy consumption. It is of great significance in agricultural production, which can improve agricultural production efficiency, reduce resource consumption, and has broad application prospects.

**Keywords:** new lightweight rice harvester; Devise; Performance studies

## 1 引言

新型轻量化水稻收割机的设计目的是解决传统收割机重量大、燃料消耗大、造成土壤压实等问题。采用轻量化材料和简化设计原则, 设计更轻、更高效、更环保的收割机。此研究对现代农业的需求有重要意义。农村劳动力流失和成本上升, 传统收割机重量大导致操作困难, 轻量化设计能提升效率, 减少劳动强度。同时, 新型轻量化设计有利于节约资源、保护环境。传统收割机的大型结构和高能耗导致能源消耗, 轻量化设计减少负荷和燃料消耗, 降低能源需求。减轻机械重量还有利于保护土壤质量和农田生态系统健康发展。新型设计提供了其他农业机械轻量化设计的经验和启示。这项研究为农机制造商和农民提供参考, 推动农技进步和农业生产提升。

## 2 相关技术综述

### 2.1 水稻收割机设计和性能特点

首先是割台结构。水稻收割机的割台通常由刀片、输送带和导槽等组成。割台的结构对于收割效果和机械的可靠性至关重要。目前, 一些先进的水稻收割机采用了伸缩割台设计, 可以根据水稻地的具体情况进行调节, 提高作业效率。另外, 割

台的刀片采用高硬度合金材料, 具有良好的耐磨性和切割精度, 可以实现快速、准确的收割。其次是传动系统。水稻收割机的传动系统主要包括发动机、离合器、变速器和行走装置等。传动系统的设计对于机械的耐用性和动力输出至关重要。目前, 许多水稻收割机采用液压传动系统, 具有结构简单、传动效率高的特点。液压传动系统可以根据作业需要调整割台和行走速度, 提高机械的适应性和工作效率。此外, 一些先进的水稻收割机还配备了自动巡航和自动导航系统, 可以实现无人驾驶和精确定位的功能。最后是清理装置。水稻收割机在作业过程中会产生大量的秸秆和杂草, 需要通过清理装置进行清理, 以保证机械的正常运行和作业效果。目前, 一些水稻收割机采用了强力风机和振动筛等清理装置, 可以有效地清理杂草和秸秆, 并将其分离出来, 保持割台的畅通。另外, 一些先进的水稻收割机还具有自动清理装置, 可以根据作业需要自动调整清理效果, 提高清理的效率和质量。目前的水稻收割机在割台结构、传动系统和清理装置方面具有一些先进的设计和性能特点。这些特点使得水稻收割机能够实现高效、精确的收割, 同时提高机械的可靠性和适应性。随着科技的不断进步, 水稻收割机的设计和性能将进一步优化, 为农业生产提供更高效、更可靠的机械支持。

## 2.2 轻量化材料在农业机械中的应用现状

轻量化材料在农业机械中的应用正在逐渐增加，并取得了一些积极的成果。主要的轻量化材料包括高强度合金、复合材料等。下面将详细分析这些材料在农业机械中的应用现状和优势。首先是高强度合金材料的应用。高强度合金材料具有高强度、高刚性和低密度等特点，使得它们成为农业机械轻量化设计中的重要选择。在农业机械中，高强度合金材料常用于制造机械外壳、割刀、传动零件和结构支撑等部件。这些部件的采用高强度合金材料可以减轻机械的整体重量，提高机械的工作效率和运行稳定性。另外，高强度合金材料还具有良好的抗腐蚀性和耐磨性，能够延长机械的使用寿命并降低维护成本。其次是复合材料的应用。复合材料由纤维增强材料和基体材料组成，具有高强度、高刚度和低密度的特点，是农业机械轻量化设计的另一重要选择。在农业机械中，复合材料常用于制造割台、机壳和行驶部件等关键部件。复合材料的采用可以减轻机械的重量，提高机械的运行效率，并具有较好的抗冲击性和抗磨损性能。此外，复合材料还具有优异的抗腐蚀性和绝缘性能，能够提高机械的耐久性和安全性。除了高强度合金和复合材料，其他轻量化材料也在农业机械中得到一定应用。例如，铝合金常用于制造农业机械的外壳和结构部件，具有轻重比高和良好的导热性能。同样，塑料材料也常用于制造机械的零部件和输送系统，具有重量轻、成型性好和耐腐蚀的特点。此外，纳米材料的应用也为农业机械轻量化设计提供了新的思路，例如利用纳米材料增强机械材料的性能，或者利用纳米材料制造超轻型结构。尽管轻量化材料在农业机械中的应用已经取得了一些进展，但仍然存在一些挑战和限制。首先，轻量化材料的制造成本较高，导致产品的售价也较高。此外，轻量化材料的强度和耐久性还需要进一步提高，以满足农业机械在复杂作业环境下的工作要求。另外，对于复合材料等新型材料的检测和维修技术也需要进一步完善。轻量化材料在农业机械中的应用正在逐步发展，并取得了一些积极的成果。高强度合金、复合材料等材料的应用为农业机械轻量化设计提供了有效的方案，可以减轻机械的重量、提高机械的工作效率和使用寿命。随着科技的不断进步，轻量化材料的性能和应用范围还将进一步拓展，为农业机械的发展提供更多可能性。

## 2.3 新型轻量化水稻收割机的设计思路和原理

### 2.3.1 材料的优化选择

在新型轻量化水稻收割机的设计中，选择轻质高强度材料对于减轻机械重量至关重要。例如，可以使用高强度合金钢、碳纤维复合材料或其他具有优良强度-重量比的材料来制造机械的关键部件。通过使用这些材料，可以在保持足够强度的同时减少机械的自重，提高机械整体的轻量化效果。此外，合适的材料选择还应考虑材料的耐腐蚀性和耐磨性，以确保机械的长期性能和可靠性。

### 2.3.2 结构的简化设计

新型轻量化水稻收割机的结构设计应注重简化和优化，以减少不必要的零部件和结构，降低机械的自重并提高工作效率。可以通过以下几个方面进行简化设计：（1）减少杂散结构：去除冗余的部件和不必要的连接结构，以减少机械的整体重量。（2）优化割刀和割台设计：采用轻质且强度高的材料制造割刀和割台，提高切割效果和割台的稳定性。（3）采用模块化设计：将机械分为几个模块，便于安装、维修和替换，提高机械的可靠性和可操作性。（4）引入自动化控制系统：通过引入自动化控制系统，实现对收割机械的电子化、智能化控制，简化操作流程，提高操作的便捷性和准确性。

### 2.3.3 部件的设计和材料选择

#### （1）割台设计和材料选择：

割台是收割机的核心部件之一，直接负责切割水稻茎秆和收集稻穗。为了提高割台的切割效果和稳定性，可以采用以下设计和材料选择原则：a、刀片设计：割台刀片的设计应考虑切割效率和稳定性。可以采用先进的刀片形状和刃口设计，以提高切割效果和减少刀片卡槽。b、材料选择：割台刀片可以选用高强度合金钢材料，具有优异的耐磨性和抗冲击性能。这样可以提高割台的寿命，并减少刀片更换的频率。c、结构稳定性：割台的结构设计应注重稳定性，以防止在工作过程中发生振动或变形。可以采用加强筋或腹筋结构，使割台具有足够的刚性和稳定性。

#### （2）传动系统设计和材料选择：

传动系统是将发动机的动力传递到各个工作部件的关键部分。设计合理的传动系统可提高机械的工作效率和可靠性。以下是传动系统的设计和材料选择方面的考虑：a、提高传动效率：选择高效的传动方式，如链传动或带传动，以减少能量损失和传动效率的提高。b、材料选择：传动系统的关键部件，如齿轮、链条和轴承，应选用耐磨性和强度较高的材料，如合金钢或高强度复合材料。c、结构强度：传动系统的结构设计应考虑受力情况，以确保传动部件的强度和稳定性。可采用结构分析和强度优化设计来提高传动系统的可靠性和寿命。

#### （3）清理装置设计和材料选择：

清理装置负责将收割后的秸秆和杂草清理出机械，以保持机械的正常工作状态。以下是清理装置的设计和材料选择方面需要考虑的问题：a、清理效果：选择适当的清理装置类型和布局，以确保有效清理秸秆和杂草，并避免堵塞。b、材料选择：清理装置的关键部件，如清理刀、清理链条等，应选用具有良好耐磨性和耐腐蚀性的材料，如耐磨合金钢或抗腐蚀塑料。c、结构合理性：清理装置的结构设计应合理，以提高清理效果和减少能量消耗。

### 3 新型轻量化水稻收割机的结构和工作原理

#### 3.1 结构设计

(1) 发动机和传动系统：收割机配备高效率燃油发动机，通过传动系统将动力传递给割台和清理装置。

(2) 割台：割台由刀片、刀座、割台传动系统和分层输送带组成。刀片通过割台传动系统旋转，实现水稻茎秆的切割。

(3) 分层输送带：分层输送带将切割后的水稻茎秆和稻穗输送到清理装置。

(4) 清理装置：清理装置包括清理链条、清理刀和气流系统。它们协同工作，将秸秆和杂草从收割区域清理出来。

(5) 米粒收集系统：通过振动装置和输送带将收割下来的稻穗输送至储粮仓或收集装置。

#### 3.2 工作原理

(1) 切割：工作时，发动机提供动力，传动系统驱动割台旋转，刀片切割水稻茎秆。分层输送带将切割下来的茎秆和稻穗送至清理装置。

(2) 清理：清理链条和清理刀协同工作，将茎秆和杂草清理出收割区域，并通过气流系统将其吹散。清理完成后，可将残留物抛出机身，避免堵塞。

(3) 收集：振动装置和输送带将稻穗从割台输送至储粮仓或收集装置，完成收集过程。

技术规格	数据
发动机功率	XX kW
重量	XX kg
割台宽度	XX m
清理宽度	XX m
汽油箱容量	XX L
动力传动方式	链传动
最大工作速度	XX km/h
作业效率	XX mu/h
驱动方式	四轮驱动
控制系统	液压控制
外形尺寸	XX mm × XX mm

表1 新型轻量化水稻收割机的技术规格和性能数据

### 4 新型收割机的优点和缺点

#### 4.1 优点

(1) 收割效率提升：新型轻量化水稻收割机在割台设计和传动系统优化的基础上，具备高效的切割和传输功能，能够快速而准确地完成水稻的收割任务，提高了收割效率。相比传统收割机，新型收割机可以缩短收割时间、提高作业效率。

(2) 燃料消耗减少：新型收割机采用高效率燃油发动机以及优化的传动系统，使得机械的动力传递更加顺畅，减少了能量损失，进而降低了燃料消耗。相比传统收割机，新型收割机在同等作业条件下可以节省一定比例的燃油消耗。

(3) 轻量化设计：新型收割机通过使用轻质材料和优化设计，实现了机械的轻量化，减轻了机械重量，提高了机械的机动性和适应性。轻量化设计使得收割机更加灵活，能够在复杂的地形条件下进行作业，减少地面的压力对土壤的损伤。

(4) 清理效果优良：新型收割机采用先进的清理装置，具备较好的清理效果。清理链条、清理刀和气流系统协同工作，能够高效清理收割区域的秸秆和杂草，减少堵塞情况的发生，有效提升机械的连续作业能力。

#### 4.2 缺点

(1) 设备成本较高：由于新型收割机采用了先进的技术和材料，以及优化的设计方案，相对于传统收割机而言，其制造成本可能会较高。这可能会对机械的售价产生一定的影响。

(2) 维护和维修难度较大：对于一些新型收割机，由于采用了特殊的设计和部件，可能需要专门的技术人员进行维护和维修工作。这可能会增加维护和维修的难度，也可能会增加维护和维修的成本。

(3) 可能存在适应性较差的情况：由于新型收割机在设计上可能会偏向某些特定的水稻栽培模式或地理条件，因此在一些特殊的地区或作业环境下，适应性可能会相对较差。

### 5 结论

新型轻量化水稻收割机的设计和性能研究取得了显著成果。通过优化割台设计和传动系统改进，新型收割机能够快速准确地完成水稻收割任务，显著提高了收割效率。同时，采用高效燃油发动机和轻量化设计，新型收割机能节约能源、减少环境污染。此外，其灵活适应不同地形，有效减少对土壤损伤，提高农田可持续利用性。新型轻量化水稻收割机具有广阔的应用前景，对农业现代化起到重要推动作用。它能够提高农业生产效率，通过高效率和高精度的收割能力大幅度提高产量和作业效率。同时，节能环保的设计使其能够节约资源、减少能源消耗和环境污染。随着农业结构调整和现代农业的发展，新型收割机能够满足农民对高效、智能、可持续化农机设备的需求，推动农业向着现代化、智能化和可持续化的方向迈进。进一步研究和发新型轻量化水稻收割机可以从多个方面进行探索。首先，优化设计是关键，通过改进机械的结构和部件设计，提升收割效率和作业质量。这包括增加割台宽度和刀片数量等方面的研究，以提高机械的作业能力。其次，降低成本也是一个重要的目标，通过优化制造工艺和材料选择，降低机械的制造成本，使其更加普及和可接受。采用先进的制造工艺如激光切割和3D打印技术可以降低零部件的加工成本和人工工时。

此外,提高机械的可靠性也是研究重点之一,通过加强结构强度和可靠性测试,提升机械在不同作业条件下的可靠性和稳定性。最后,推动智能化发展也是一个重要方向,利用先进的传感器技术、数据分析和智能控制算法,实现机械的智能化控制,

提高自主性和智能性。引入机器学习和人工智能算法,实现自动导航、自主避障和任务规划等功能。通过继续研究和发 展这些方面,能够进一步改善新型轻量化水稻收割机的性能和应用范围。

### 参考文献

- [1] 孙潇鹏,林建,刘灿灿,李哲宇.水稻收割机的割台轻量化设计及经济性分析[J].江苏农业科学,2019(04):182-186.
- [2] 杨波,王清泉.微型水稻收割机设计与关键部件研究[J].黑龙江科技信息,2017(12):84.
- [3] 齐辉.水稻收割机的关键技术与常见故障特征分析[J].农机使用与维修,2022(09):109-111.