

For citation: Yang Wen-Xuan. Design of a small automatic seeder suitable for various kinds of beans // Grand Altai Research & Education — Выпуск 1 (26)'2026 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2026.01) — EDN: <https://elibrary.ru/XCTGFF>

UDK 62-231

DESIGN OF A SMALL AUTOMATIC SEEDER SUITABLE FOR VARIOUS KINDS OF BEANS

Yang Wen-Xuan¹

1 Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan, 430073, China

E-mail: 2086302052@qq.com

Abstract. This paper presents the design and analysis of a disc-changeable automatic bean seeder for small-scale and hilly farmland applications. Aimed at solving problems such as low efficiency, uneven planting distance, and poor seed screening in traditional sowing, the seeder adopts a modular structure including seed sorting disc, seed metering disc, furrow opener wheel and transmission system. The seed sorting mechanism effectively eliminates low-germination seeds, and the Hall sensor-based linkage control realizes uniform hill spacing. Mechanical calculations and finite element analysis are carried out for key components, verifying strength and operational reliability. The whole machine is compact, adaptable to flat and mountainous fields, and improves sowing precision and efficiency while reducing labor cost. It provides a practical scheme for intelligent and precise bean sowing equipment.

Keywords: Seeder; Furrow Opener Wheel; Disc Replaceable; Structural Design

适用于多种豆类的小型自动播种机的设计

杨文轩¹

1 武汉纺织大学, 湖北省数字化纺织装备重点实验室, 武汉, 430073

E-mail: 2086302052@qq.com

摘要: 本文设计并分析了一种可换盘式全自动豆类播种机, 适用于小块耕地与丘陵山地作业针对传统播种效率低, 株距不均, 种子筛选效果差等问题, 该机采用清种盘, 排种盘, 开沟轮及传动系统组成模块化结构. 清种机构可有效筛除低发芽率种子, 基于霍尔传感器的联动控制实现均匀株距. 对关键部件进行力学计算与有限元分析, 验证强度与工作可靠性. 整机结构紧凑, 适配平地与山地农田, 在提升播种精度与效率的同时降低人工成本, 为豆类智能精准播种装备提供实用方案.

关键词: 播种机; 开沟轮; 可更盘式; 结构设计

0 引言

针对传统播种方式的劳动密集和效率低下问题, 本设计致力于开发一款全自动播种机, 以应对现代农业的需求. 豆类富含蛋白质, 纤维和多种维生素, 具有很高的营养价值. 同时, 豆类种植成本低, 易于储存和运输, 豆类还可以用来榨油, 具有很高的经济价值. 以豆类作物的特性为基础, 考虑了播种深度, 行距, 种子间距等因素 [1], 确保机器能够适用于不同的种植条件. 丘陵地区的自然条件, 如土地的坡度, 地块的大小和分散性, 都对大型农机作业, 转移和运输产生了制约 [2]. 而此小型生产机械, 不仅能适应于平地, 同时也能适用于山地丘陵, 更加灵活, 实用性更强. 农民在当前的作物季节中, 保留一部分植物的果实, 将其作为明年的种子继续播种, 旨在通过自然繁殖的方式获取适应当地环境的种子, 但是自留种子质量很不稳定 [3], 因此我们根据不同种子发芽率设计了一款清种机构, 用于筛除那些发芽率较低的种子. 同时, 我们考虑到了人工播种, 甚至半自动播种

时, 往往出现株距不均匀的情况 [4], 这样也会影响种子发芽率, 为此, 我们应用霍尔传感器, 将开沟轮与播种器联动, 实现了播种均匀, 精确控制株距, 大大提高了生产效率, 通过对不同工作速度下的播种效率进行模拟和计算, 确保设计的全自动播种机在不同农田条件下都能够保持高效率. 对设计的成本进行详细分析, 考虑制造成本, 维护成本和预期寿命, 以确保全自动播种机在经济上具有竞争力.

2 播种机整体结构

图 1 为整体结构图, 本设计主要由清种盘, 排种盘, 开沟轮, 覆土板四个主要部分构成, 其中图 2 所示清种盘与排种盘依靠行星轮与联轴器连接, 确保清种盘与排种盘之间形成转速差, 避免种子直接掉落. 主体驱动为履带小车, 能够在土壤上具有更大抓地力, 有效减少因打滑造成的播种穴距误差 [5].

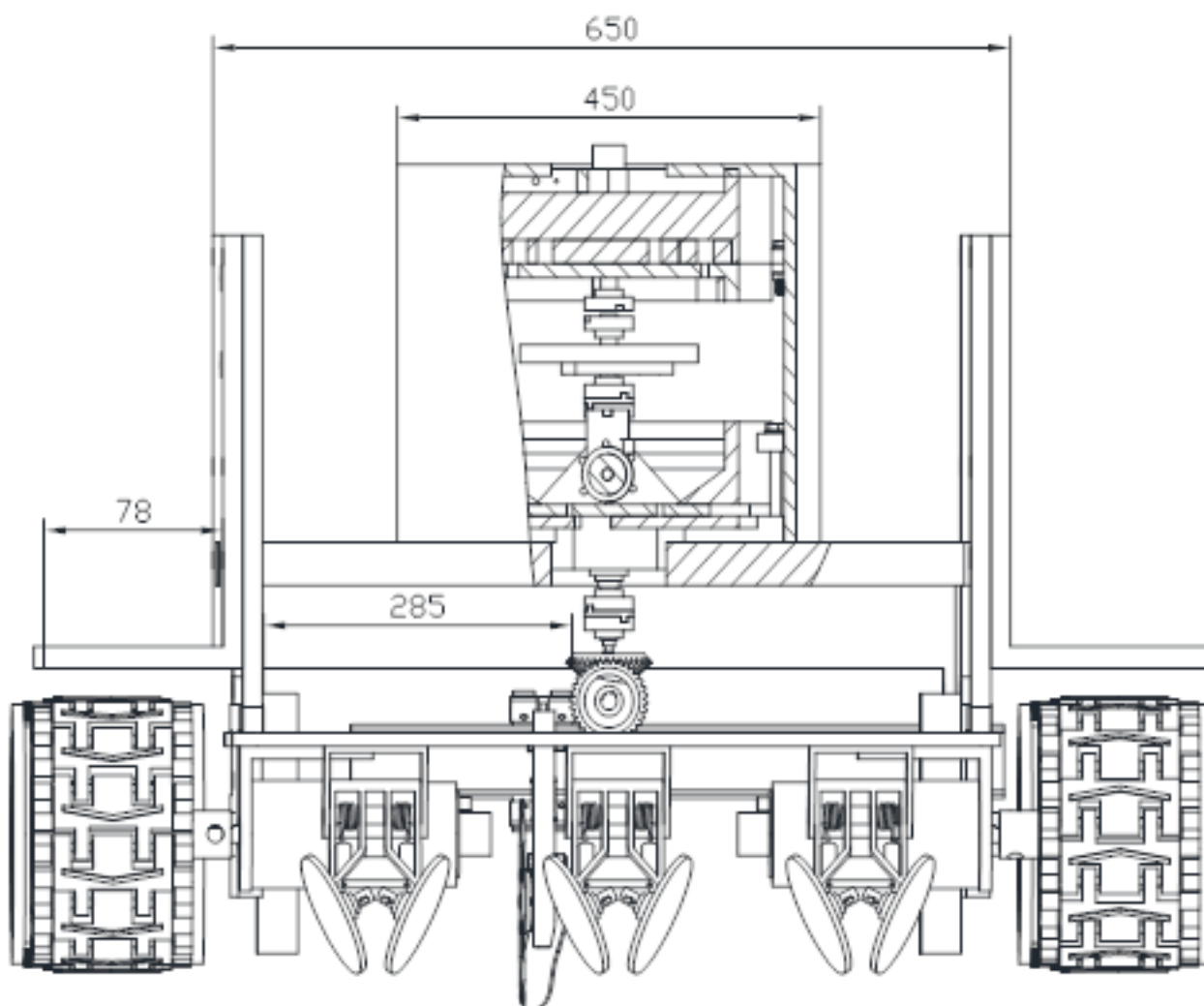


图 1 播种机结构

Figure 1. Structure of the Seeder

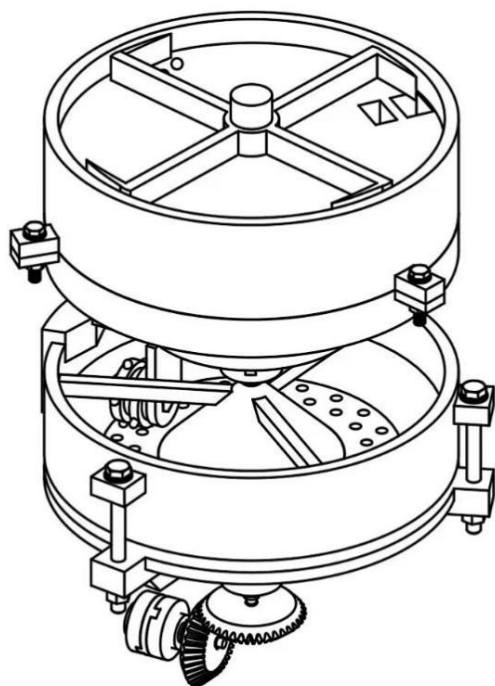


图 2 排种盘与清种盘安装示意图
Figure 1. Installation Schematic of Seed Metering Disc and Seed Sorting Disc

3 播种机构设计

3.1 清种盘设计

清种盘结构如图 3 所示,清种盘总高 352mm, 主体为直径 300mm 的圆盘, 由承种盘, 滤种, 放种盘和转动盘组成. 将大小不一的种子导入放种盘, 高 150mm 厚 10mm 的外壁防止种子掉落, 种子在放种盘槽口处落下, 嵌入转动盘中的圆孔; 转动盘转动带动种子移动, 转动的同时不同直径大小的种子寻找跟下级滤种盘匹配的孔径, 孔径合适时, 种子通过滤种盘掉落; 承种盘接收直径合适的种子, 过滤极小类种子, 接收的种子再通过凹槽掉落, 进入下一级排种.

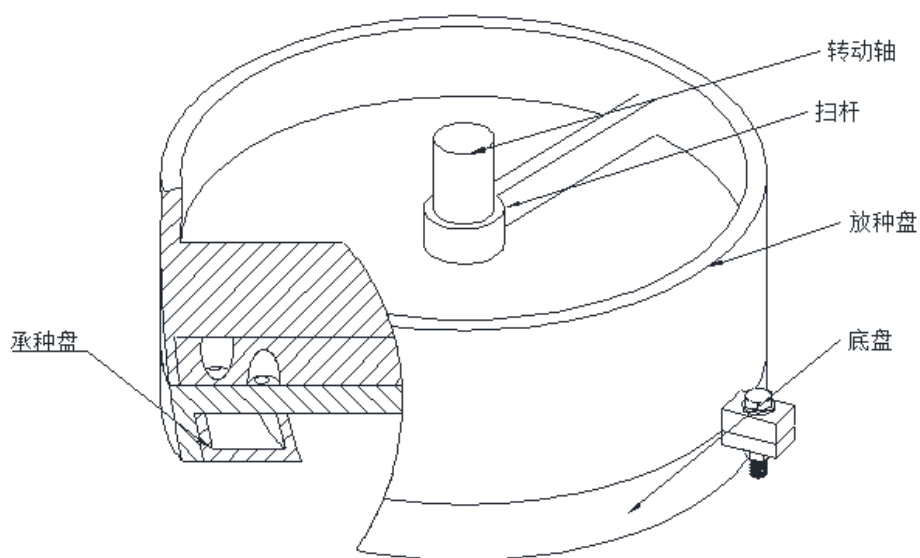


图 3 清种盘结构
Figure 3. Seed Sorting Disc Structure

3.2 排种盘设计

排种盘结构如图 4 所示,排种盘总高 125mm,主体为直径 300mm 的圆盘,主要由上机,下机,可换式筛盘,传动轴,辅助排种,播种小轮,播种大轮组成。

整体高 70mm,外壁直径 300mm,内壁直径 280mm,上机底座有直径为 27mm,高度为 70mm 的圆锥,圆锥由距离上机上端面 10mm 的三根宽度 10mm 的柱体连接.圆锥下方有直径为 12mm 深 16mm 的圆孔,配合轴承,传动轴使用。

排种轮是圆盘碟式排种器核心部件,确定合理的排种轮结构参数是保证播种质量的重要条件.首先,要保证持种空间的大小,持种空间过小,种子难以进入排种轮,造成漏播;持种空间过大,多粒种子进入分种匙,造成重播.其次,保证适当的隔板倾斜角度,倾斜角度过大,加大了分种匙对种子的把持作用,影响清种造成重播;倾斜角度过小,降低了排种轮对种子的把持作用,种子未到隔板上部的开口就落回充种区造成漏播.因此,应该根据种子尺寸及种子在持种空间中的排布设计持种空间。

种子由清种盘落入上机中,传动轴带动筛盘转动,种子落在下机上端面和筛盘孔洞中,待转动到辅助排种位置,种子可利用自身重力掉落进行播种,若出现种子卡在孔洞中的情况,辅助排种上排种大轮和排种小轮的凸起会将种子推挤下去,避免出现不播种的情况。

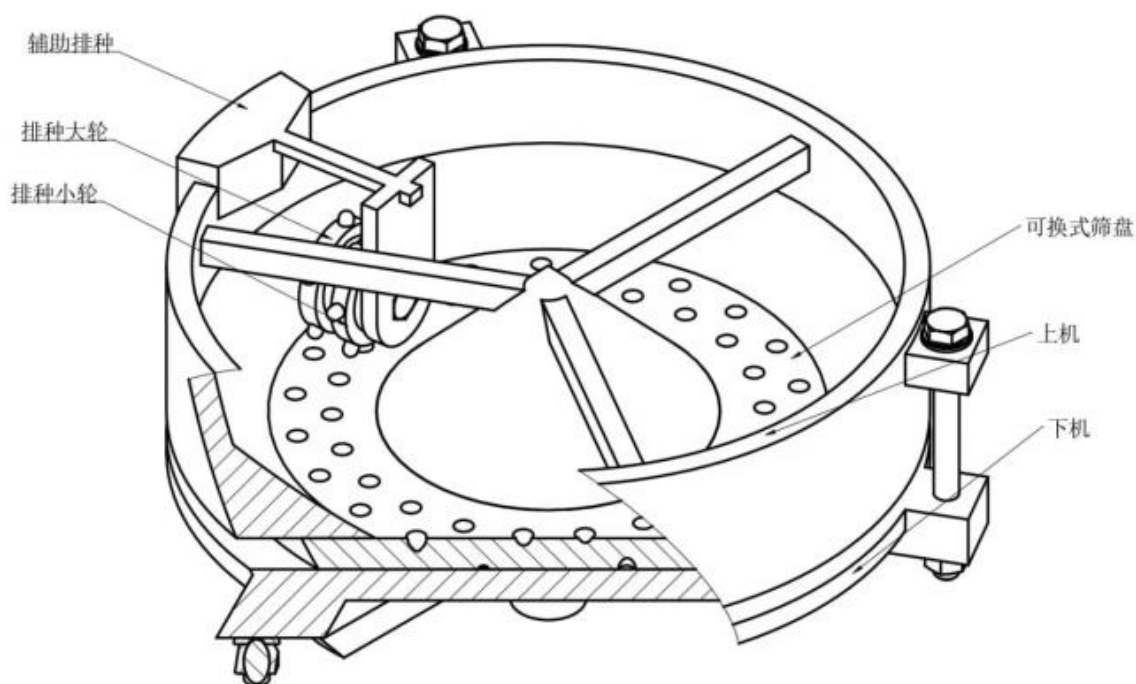


图 4 排种盘结构

Figure 4. Seed Metering Disc Structure

4 开沟轮设计

4.1 开沟轮结构

开沟轮如图 5 是为种沟而设计的开沟器,实现种沟的开槽,所需的沟槽需满足小,窄,浅的特点,需满足的参数如下:开沟宽度: 20mm;开沟深度: 50mm;小车前进速度: 0.18m/s。

开沟器无需主动力源, 配合履带小车前进, 履带小车运动带动开沟器转动, 在开沟轮侧边安装霍尔传感装置, 从而实现开沟的同时监测小车运动距离, 控制落种间距, 使得株距均匀, 提高发芽率. 为实现豆类种子对沟槽的需求以及工作环境和履带小车的适配, 本次选用圆盘式开沟器, 材料选择市面上常见的锰钢.

开沟深度为 $h=50\text{mm}$, 且开沟轮上需安装霍尔传感器, 则开沟盘除 50mm 覆土深度外还需预留一段距离安装传感器, 为防止传感器在开沟盘转动时被泥土干扰, 此距离最好多预留一段, 但不宜过多, 预留距离越大, 则开沟盘半径越大, 入土部分也会越大, 这样会增加切土阻力, 根据小车底盘高度以及排种器安装高度, 初步设置最大切削刀片半径 $R_{\max}=120\text{mm}$, 开沟盘设有 8 个刀片, 同时有 8 个槽, 则刀片间角为 22.5° .

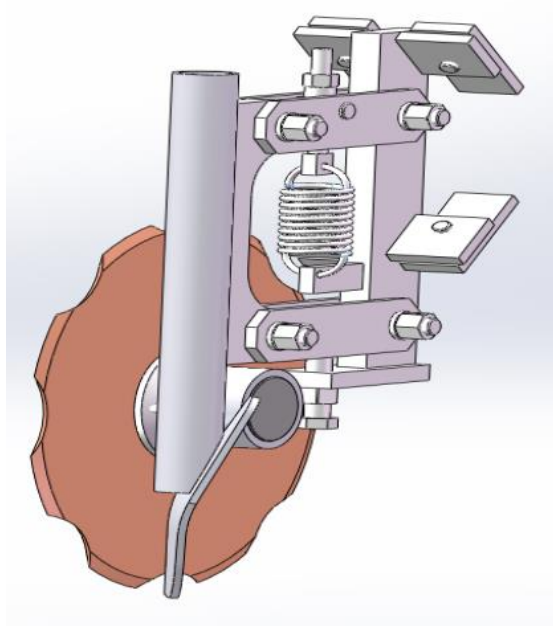


图 5 开沟轮结构
Figure 5. Furrow Opening
Wheel Structure

4.2 开沟轮受力分析

图 6 为开沟轮受力示意图, 由于开沟轮上的刀片切削刃角较小, 可以忽略不计, 则切土阻力最大影响因素为开沟铲与开沟轮间的夹角 a , 分析可知 $\angle a$ 越小, 则切土阻力越小, 沟槽宽度为 40mm , 设 $5\text{-}10\text{mm}$ 的预留距离, 若开沟板宽为 60mm , $\sin \angle a \approx 5/6$, $a=56.1^\circ$.

农机机组在工作时, 作用于工作部件上的土壤阻力的纵向水平分力与拖拉机的动力中心线共线, 且牵引阻力与拖拉机牵引力大小相等, 方向相反—正牵引. 否则将会出现偏斜牵引.

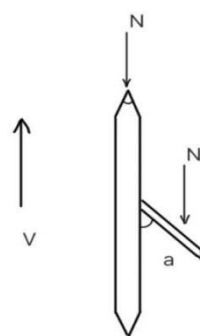


图 6 开沟轮受力示意图
Figure 6. Force Diagram
of Furrow Opener Wheel

对开沟轮使用 simulation 有限元分析得到结果如图 7 和图 8 所示. 由图示结果可知, 开沟轮最大等效应力为 147.012Mpa , 发生于开沟轮与土壤接触部分, 开沟犁最大等效应力为 175.703Mpa , 发生于犁与土壤接触部分, 结构安全.

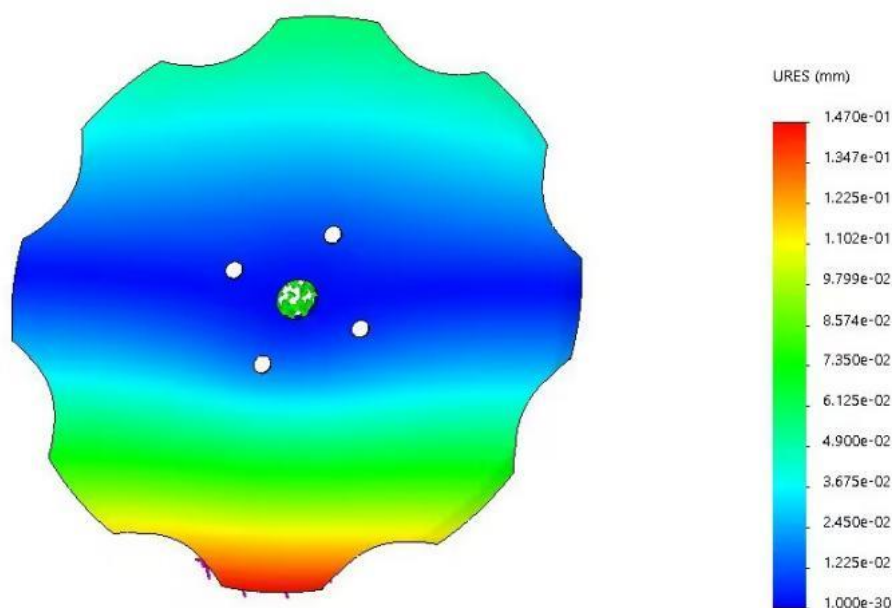


图 7 开沟轮应力分析
Figure 7. Stress Analysis of Furrow Opener Wheel

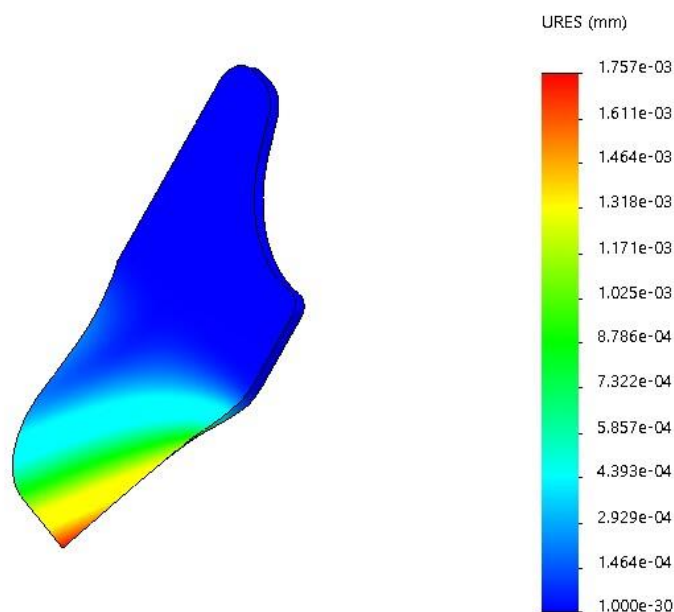


图 8 开沟犁应力分析
Figure 8. Stress Analysis of Furrow Plough

5 结束语

本设计完成了可换盘式豆类播种机的整体方案, 关键部件与控制系统设计, 通过理论计算与有限元分析验证了结构强度与工作可靠性. 整机兼顾平地与丘陵山地作业, 可高效清选种子, 精准控制株距, 有效提升播种效率与出苗质量. 设计过程综合运用机械设计, 仿真分析知识, 提升了工程实践与创新能力. 后续可进一步优化传动效率, 提升智能化水平, 为小型精准播种装备的推广应用提供参考.

参考文献

- [1] 陈会刚. 商水县智能化农机应用现状与实践 [J]. 农业工程技术, 2025, 45(11):60-61. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2025.11.023.
- [2] 李奇津, 卫盼怡, 游程宇. 乡村振兴发展水平测度, 区域差异及演变趋势分析—以福建省为例 [J/OL]. 台湾农业探索, 1-13[2026-04-10] // <https://link.cnki.net/urlid/35.1190.S.20260402.1748.016>.
- [3] 张雁群. 一颗马铃薯的三重蝶变 [N]. 云南日报, 2026-04-09(007).
- [4] 徐广修. 花生种植中智能化播种精准作业模式构建 [J]. 中国农机装备, 2025, (02):73-75.
- [5] 余世海. 丘陵山地小型多功能履带式除草机设计与研究 [D]. 广西科技大学, 2025. DOI: 10.27759/d.cnki.ggxgx.2025.000126.

References

- [1] Chen H.G. Application Status and Practice of Intelligent Agricultural Machinery in Shangshui County [J]. Agricultural Engineering Technology, 2025, 45(11): 60-61. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2025.11.023.
- [2] Li Q.J., Wei P.Y., You C.Y. Measurement of Rural Revitalization Development Level, Regional Differences and Evolution Trend – A Case Study of Fujian Province [J/OL]. Taiwan Agricultural Research, 1-13[2026-04-10] // <https://link.cnki.net/urlid/35.1190.S.20260402.1748.016>.
- [3] Zhang Y.Q. Triple Transformation of a Potato [N]. Yunnan Daily, 2026-04-09(007).
- [4] Xu G.X. Construction of Intelligent Precision Seeding Operation Mode in Peanut Planting [J]. China Agricultural Machinery Equipment, 2025(02): 73-75.
- [5] Yu S.H. Design and Research of Small Multifunctional Crawler Weeder for Hilly and Mountainous Areas [D]. Guangxi University of Science and Technology, 2025. DOI: 10.27759/d.cnki.ggxgx.2025.000126.