

# 基于四行精密播种的玉米直播机设计与试验

赵会娟<sup>1</sup>, 尹小定<sup>2</sup>, 池成忠<sup>3</sup>

(1. 济源职业技术学院 机电工程系, 河南 济源 454650; 2. 江西机电职业技术学院 机械工程学院, 南昌 330013; 3. 太原理工大学 材料科学与工程学院, 太原 030024)

**摘要:** 为了解决播种玉米种子精度低的问题,设计了一款基于四行精密播种的玉米直播机,可实现玉米种子快速、精准播种。试验表明:该玉米直播机移动性能好、播种速度快、种植深度和每穴种子数量更加准确,封土情况也大幅改善,符合设计需求,具有较高的可靠性和可行性。

**关键词:** 玉米; 四行精密播种; 直播机; 快速; 精准

中图分类号: S223.2; S220.39

文献标识码: A

DOI:10.13427/j.cnki.njyi.2024.01.034

文章编号: 1003-188X(2024)01-0141-05

## 0 引言

玉米种植一直采用传统农耕模式,具有播种速度慢、尺寸偏差大的特点。随着社会的不断发展和科学技术的不断进步,农民开始采用农机收割玉米,大幅度提高了生产力、降低了劳动强度,但精度播种仍是一大难题。为此,设计了一款基于四行精密播种的玉米直播机,对玉米种植具有一定的现实意义。

## 1 玉米直播机结构及工作原理

为了满足玉米的精量播种,采用振动原理设计玉米直播机,其结构如图1所示。

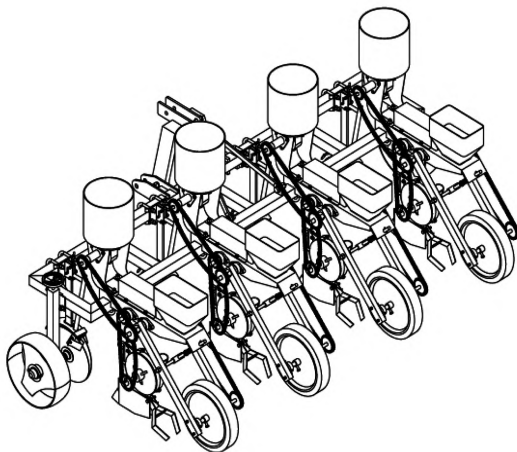


图1 玉米直播机整体结构

Fig. 1 The overall structure of corn direct seeding machine

收稿日期: 2022-06-20

基金项目: 中国电子劳动学会 2021 年度“产教融合、校企合作”教育改革发展课题(Ciel2021118)

作者简介: 赵会娟(1982-),女,河南扶沟人,讲师,硕士,(E-mail) 837213147@qq.com。

精密播种装置是玉米直播机的核心,在此主要分析研究此装置,其结构如图2所示。

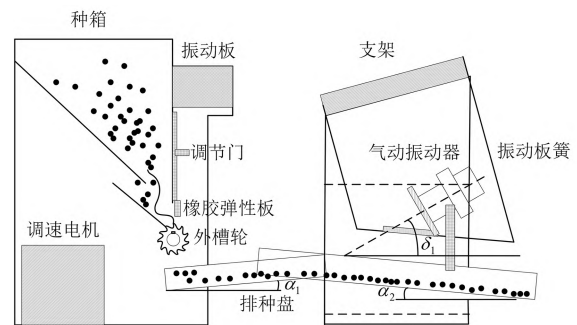


图2 玉米直播机结构图

Fig. 2 The structure diagram of corn direct seeding machine

### 1.1 玉米直播机结构

玉米直播机的零部件较多,其主要结构特点和功能如下:

1) 调节门。调节门一般安装在外槽轮的正上方  $D$  处,在玉米测试试验中, $D$  的取值范围为  $6\sim 6.5\text{mm}$ (玉米种植一般长  $8\sim 12\text{mm}$ ,宽  $7\sim 10\text{mm}$ ,厚  $3\sim 7\text{mm}$ ,可防止种子严重外槽轮外表面带出);另外,调节门下方安装橡胶弹性板,可以起到清刷种子的作用。

2) 橡胶弹性板。橡胶弹性板安装在种箱内部,附在外槽轮上方,其开口在外槽轮上方,宽度和外槽轮槽的大小一致,用于控制外槽轮的充种;另外,弹性板和外槽轮接触摩擦,使其在外槽轮的转动下发生振动,将种子填充到外槽轮的槽穴中。橡胶弹性板的内部结构如图3所示。

3) 外槽轮。玉米直播机精密播种装置采用外槽轮进行排种,外槽轮周边是勺形的种槽,其截面由直线段和圆弧线组成,如图4所示。在橡胶弹性板清种的作用下,外槽轮的转向会利于种子一粒一粒排入到

勺形的种槽内部,且顺势堆积在勺内,如图 4 中的阴影部分所示。通过反复测试试验,在外槽轮正向旋转过程中,在橡胶弹性板、勺形流线积种的作用下,外槽轮充种非常饱满。

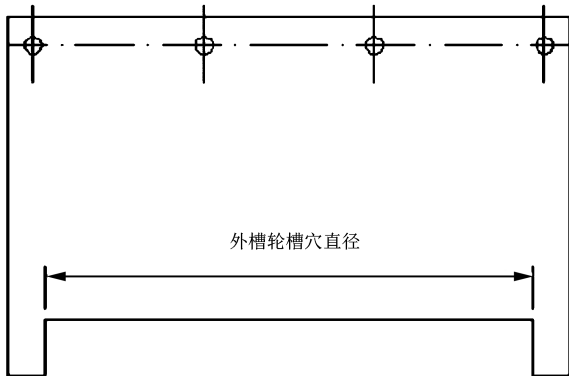


图 3 橡胶弹性板的内部结构  
Fig. 3 The internal structure of rubber elastic plate

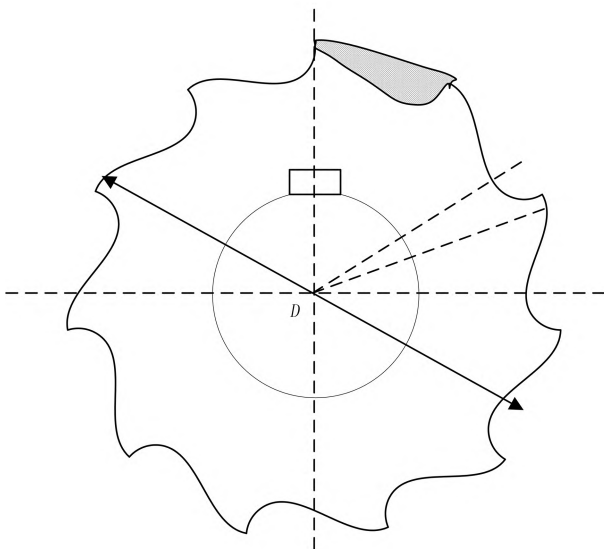


图 4 外槽轮结构图

Fig. 4 The structural drawing of outer sheave

### 1.2 玉米直播机的排种盘设计

玉米直播机的排种盘由振动器、筛分板、调节板组成,如图 5 所示。振动器将排种盘悬吊在排种盘支架的内侧,通过调节支架的角度,可以保证 V 型排种盘水平夹角  $\alpha_1$  在  $4^\circ \sim 10^\circ$  内调节;振动器安装在排种盘横梁的中间位置,其振动角度  $\delta_1$  振动引起振动板发生有规律的变化,让种子有序向下滑行,从而完成播种和充种。

图 5 中,筛分板和槽板之间由调节板组合起来,形成了一种连续的排种盘面,二者的连接角度可以进行调整,夹角  $\alpha_2$  在  $-5^\circ \sim 10^\circ$  内调节。其主要功能是将种子筛分除杂,也能保证排种盘的连续性,确保在播种过程中形成连续的种子流。

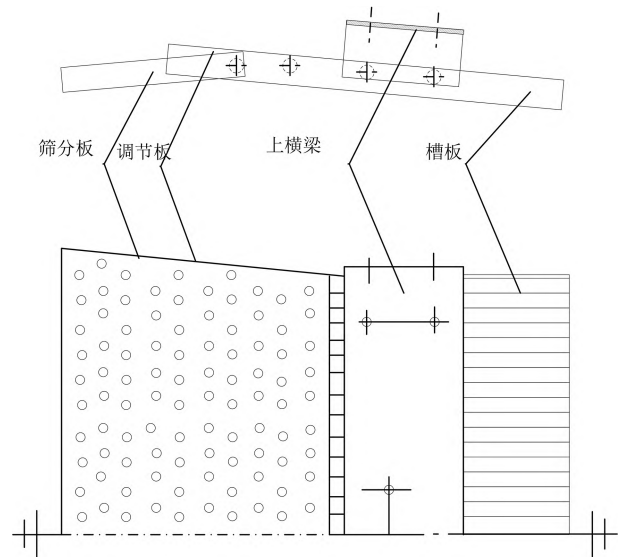


图 5 玉米直播机的 V 型排种盘结构  
Fig. 5 The V-shaped seed metering plate structure of corn direct seeding machine

## 2 玉米直播机四行精密播种总体参数

### 2.1 玉米直播机作业速度

玉米直播机作业速度与排种器、开沟器和行走装置对速度的需求,作业速度需要保证播种质量。若作业速度太快,玉米直播机四行精密播种装置精度会发生显著下降,造成玉米种粒排种失败。本文研究的玉米直播机作业速度为  $6 \sim 7 \text{ km/h}$ 。

玉米直播机排种器采用水平 V 型装置,其播种速度由以下步骤确定。

1) 确定排种器筛选孔直径尺寸为  $6 \text{ mm}$ ,其孔盘型如图 6 所示。

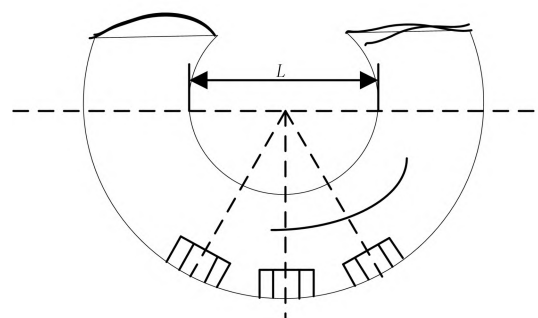


图 6 排种器筛选孔结构图

Fig. 6 The structure diagram of seed metering device screening hole

2) 排种器线速度的确定。V 型排种器的线速度  $v_g$  (m/s) 为

$$v_g = \left( L - \frac{2}{3} \right) \sqrt{\frac{g}{b_{\max}}} \quad (1)$$

其中,  $L$  表示排种器筛选孔直径;  $b_{\max}$  表示玉米种最大宽度;  $g$  表示种粒角速度 ( $\text{m/s}^2$ )。

3) 玉米直播机作业速度的确定。玉米直播机安装在农业拖拉机上,其前行动力由拖拉机提供,排种器线速度 $v_g$ 和播种机的速度 $v_m$ 要能够对应上,则

$$v_m = \frac{v_g SZ}{\pi d_p (1 + \eta)} \quad (2)$$

其中, $S$ 为植株距离; $Z$ 为排种器上筛选孔数量; $d_p$ 为排种器直径; $\eta$ 为玉米直播机地轮漂移系数,取 $\eta = 0.05$ 。最后,根据设计的玉米直播机的参数,确定其最佳的作业速度为6.4km/h。

## 2.2 玉米直播机工作幅宽

玉米直播机的幅宽和配套的拖拉机牵引能力和玉米播种机的作业阻力有关。因此,设计的悬挂式玉米播种机,需要考虑拖拉机系统的悬挂能力、机组稳定性和后轮承载能力。

正常情况下,玉米直播机的工作幅宽为2~4m之间,如需要更大的作业幅宽时,可以采用多台联合作业或折叠机架。玉米直播机的工作幅宽可以利用公式计算,即

$$B = nb \quad (3)$$

其中, $n$ 表示玉米直播机的播种行数; $b$ 表示玉米直播机的播种行距。

玉米播种行距一般为 $(50 \pm 10)$ cm,根据农田特点,本文采用行距50cm进行设计。玉米直播机的播种行数由式(4)可以计算出来,即

$$n = \frac{T\eta}{P_m} \quad (4)$$

其中, $T$ 表示玉米直播机在工作速度下拖拉机的牵引力(N); $\eta$ 表示农业拖拉机牵引力系数,一般设定为0.75~0.90; $P_m$ 表示玉米直播机的作业阻力(N)。

在此选择拖拉机工作速度为6.4km/h,牵引力为3.68kN,牵引力系数为0.75,作业阻力为512N。经过计算后可以得到,可得 $n = 5.39$ ,最后计算出玉米直播机的工作幅宽为 $B = 2.695$ m。

## 2.3 玉米直播机总体配置

根据前文对玉米直播机四行精密播种装置的设计,参考相关研究资料,对其各个零部件进行了研究和设计,包括玉米直播机的行走轮、开沟器、镇压器、传动部件和四行精密播种装置等。玉米直播机采用悬挂式,机架采用单梁设计,方便更换不同的工作部件和调节行距,也便于搭载多种农业收割机。连接和安装各个零部件的机架需要有足够的强度和刚度,不能影响开沟器和种箱的安装。玉米播种机的地轮安装

在机架主梁后侧,并在对称的位置安装两组开沟器。玉米直播机挂载在拖拉机上,下悬挂拉杆牵引线和水水平线成 $0^\circ \sim 10^\circ$ ,便于牵引线点保持在悬挂轴前方。

玉米直播机在作业过程中,需要保持上下悬挂点在同一垂直面上,种箱配置在开沟器上方50cm的位置,方便操作人员进行加种操作,且能保证V型排种器的倾斜度。玉米直播机正面图和总体配置分别如图7和图8所示。

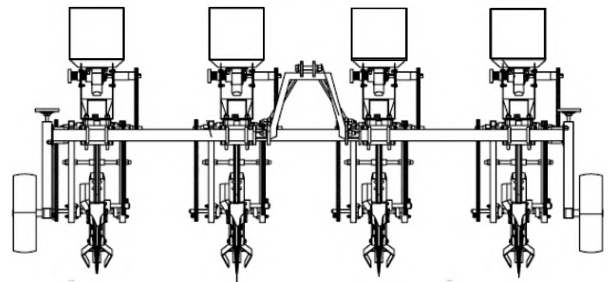


图7 玉米直播机正面图

Fig. 7 The front view of corn direct seeding machine

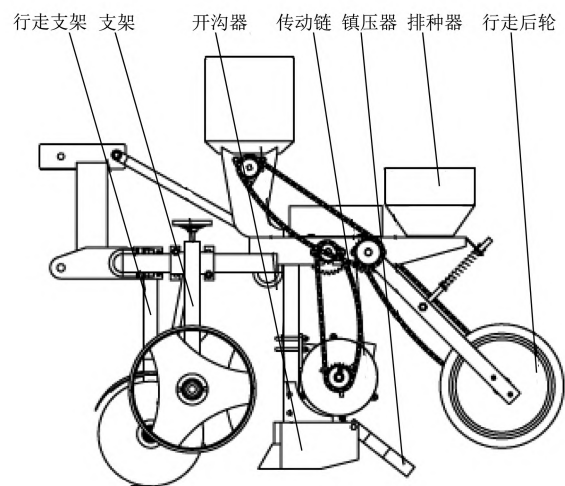


图8 玉米直播机总体配置图

Fig. 8 The overall configuration diagram of corn direct seeding machine

## 3 性能测试试验

基于四行精密播种的玉米直播机研制成功后,在某玉米种植基地进行了实际的播种作业试验。试验中,选取的玉米试验地块经过实际规划,分为两个独立的地块,均为 $8\text{m} \times 10\text{m}$ ,一块采用玉米直播机进行播种,另外一块则进行人工播种。播种结束后,随机选择20个播种槽穴进行比较,比较包括播种速度、种植深度、每个槽穴的种子数量和封土情况。对比试验结果如表1所示。

表1 对比试验结果  
Table 1 The comparison test results

槽穴序号	玉米直播机播种				人工播种			
	时间/min	深度/cm	每穴种子数量/个	封土情况	时间/min	深度/cm	每穴种子数量/个	封土情况
1	21	5	2	中	132	7	2	中
2	24	4	2	中	138	8	3	多
3	24	5	2	多	156	6	3	多
4	18	4	2	中	168	7	2	中
5	21	6	3	中	120	9	2	少
6	18	4	2	少	150	8	3	少
7	21	5	2	中	144	6	2	多
8	24	5	3	中	120	5	3	多
9	24	6	2	中	132	9	3	少
10	21	6	2	少	138	4	4	少
11	18	4	3	中	144	6	2	多
12	18	5	2	中	156	7	3	中
13	27	6	2	中	150	8	2	少
14	24	6	2	多	150	6	3	多
15	240	4	3	中	138	5	2	多
16	21	4	2	中	156	4	2	中
17	21	5	2	中	150	6	2	中
18	18	4	3	多	144	8	3	少
19	24	5	2	中	138	6	2	中
20	21	6	2	中	144	7	3	中
平均	32.4	4.95	2.25	中	143.4	6.6	2.55	中

其中,封土程度表示种子入土后,在其上面覆盖的土壤多少,中度表示好,多或少则不利于玉米种子的发芽。玉米种植深度范围为4~6cm,每穴种子数量为2粒。

由表1可以看出:玉米直播机由于移动性能好,播种速度比人工作业提高111s/穴,种植深度和每穴种子

数量也更加准确,封土情况很好,证实了玉米直播机符合设计需求,具有较高的可靠性和可行性。

## 4 结论

针对玉米种植播种的需求,设计了一款基于四行精密播种的玉米直播机,能够快速完成玉米的播种。该设备移动性能好,播种速度比人工作业提高111s/穴,种植深度和每穴种子数量也更加准确,封土情况也好太多,证实了玉米播种机的可靠性和可行性。

## 参考文献:

- [1] 闫瑜涛.西北农林科技大学成功研制小麦联合精密耕播机[J].农村新技术,2021(8):42.
- [2] 张晓军.小籽粒精密播种机仿形装置的设计研究[J].农业技术与装备,2021(7):16-18.
- [3] 韦运余,陈进,杨铭.气振盘式精密播种三段式流水线控制系统设计与试验[J].农机化研究,2022,44(3):49-55.
- [4] 张胜伟.自吸式绿豆精密排种器的设计与试验[D].长春:吉林大学,2021.
- [5] 张全贵.小籽粒蔬菜精密播种机部件的设计[J].农业技术与装备,2021(5):15-17.
- [6] 班景洋,宋佳怡,刘欣.穴播播种机精密播种器的设计[J].农业科技与装备,2021(3):21-22.
- [7] 陈林涛,马旭,李泽华.轻简型杂交稻穴盘育秧精密播种机的设计与试验[J].农机化研究,2022,44(1):48-53.
- [8] 张昆,衣淑娟,刘海军.气吸滚筒式玉米植钵钵盘精密播种装置优化设计与试验[J].农业机械学报,2021,52(4):62-69.
- [9] 郜向旗.智能化玉米免耕精量播种机设计及调整[J].农业工程技术,2021,41(12):30-31.
- [10] 丁幼春,王凯阳,刘晓东.中小粒径种子播种检测技术研究进展[J].农业工程学报,2021,37(8):30-41.
- [11] 陈新予,史宇亮,陈明东.气吸式胡萝卜播种机设计与试验[J].农业工程,2021,11(4):106-109.
- [12] 雷丙华.滚筒固粘注射式玉米免耕播种机关键部件设计与仿真试验研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2020.
- [13] 位国建,方会敏,崔荣江.2BYML-4型玉米垄作免耕播种机的设计与试验[J].华中农业大学学报,2019,38(5):152-158.
- [14] 赵建,赵洪华,胡志通.智能化玉米免耕精量播种机设计与调整[J].科技创新与应用,2018(35):38-39.
- [15] 刘俊孝,王浩,王庆杰.玉米少免耕播种机种带灭茬清理装置设计与试验[J].农业机械学报,2018,49(S1):132-140.
- [16] 贾贺鹏,王应彪,李明.北方旱地玉米免耕播种机的设计与有限元优化[J].江苏农业科学,2018,46(20):252

- 256.
- [17] 陈海涛,侯磊,侯守印.大垄玉米原茬地免耕播种机防堵装置设计与优化试验[J].农业机械学报,2018,49(8):59-67.
- [18] 鹿瑶,吕钊钦,郑文秀.玉米免耕深松播种机的设计与试验[J].农机化研究,2019,41(1):100-104.
- [19] 李思越.玉米免耕播种机种行秸秆清理与碎土装置的设计[D].保定:河北农业大学,2018.
- [20] 黄鑫.种肥药同步玉米免耕播种机关键装置设计与试验[D].合肥:安徽农业大学,2018.
- [21] 成习军.石漠化地区玉米免耕播种机的设计与试验研究[D].昆明:昆明理工大学,2018.
- [22] 王伟伟,朱存玺,陈黎卿.玉米免耕播种机主动式秸秆移位防堵装置的设计与试验[J].农业工程学报,2017,33(24):10-17.
- [23] 刘艳芬,林静,李宝筏.轻量化玉米垄作免耕播种机设计与试验[J].农业机械学报,2017,48(11):60-69.
- [24] 杨壮,高琪珉,张银平.基于液压马达集中驱动的玉米免耕播种机设计与试验[J].农机化研究,2018,40(3):248-253.
- [25] 刘忠军,刘立晶,杨学军.指夹式玉米免耕精密播种机的设计与试验[J].农业工程学报,2016,32(S2):1-6.
- [26] 李世奎.2BMF-4型玉米免耕施肥精量播种机设计原理分析及田间使用调整[J].农机使用与维修,2016(9):67-68.
- [27] 孙冬霞,张爱民,宋德平.小麦-玉米连作体系的玉米免耕精量播种机设计[J].中国农机化学报,2016,37(2):13-17.
- [28] 侯志刚.免耕覆盖往复冲孔式播种机的试验研究[D].北京:中国农业大学,2005.

## Design and Experiment of Corn Direct Seeding Machine Based on Four Row Precision Sowing

Zhao Huijuan<sup>1</sup>, Yin Xiaoding<sup>2</sup>, Chi Chengzhong<sup>3</sup>

(1. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Jiyuan Vocational and Technical College, Jiyuan 454650, China; 2. School of Mechanical Engineering, Jiangxi Vocational College of Mechanical & Electrical Technology, Nanchang 330013, China; 3. School of Materials Science and Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** In order to solve the problem that it is difficult for farmers to sow corn seeds, it designs a corn direct seeding machine based on four rows of precision sowing, which can realize the rapid and accurate sowing of corn seeds. The test shows that the corn direct seeding machine has good moving performance, fast sowing speed, more accurate planting depth and the number of seeds per hole, and the soil sealing condition is also greatly improved, indicating that the corn direct seeding machine meets the design requirements, which has high reliability and feasibility.

**Key words:** corn; four rows of precision sowing; direct seeding machine; fast; accurate