

# 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机的设计与试验

王庆杰, 李洪文<sup>\*</sup>, 何进, 李问盈, Rabi G. Rasaily

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

**摘要:** 针对东北垄作区免耕播种玉米存在的垄台清理效果差, 机具堵塞严重, 作业效率低等问题, 设计了凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机, 研究了凹形圆盘式垄台清理装置, 通过分析其运动特点, 确定了其关键结构参数。在玉米秸秆覆盖的垄作地的试验结果显示, 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机垄台清理效果好, 能够有效防止秸秆堵塞, 形成清洁种床。种肥间距为 47 mm, 均匀性好。土壤扰动量为 22%, 播种后种带秸秆覆盖率降低了 75.9%, 有利于提高苗期地温, 改善播种质量, 可较好满足东北垄作区玉米免耕播种的要求。

**关键词:** 保护性, 农业机械, 设计, 耕作, 垄作, 凹形圆盘, 清理装置

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.07.020

中图分类号: S223.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-07-0117-06

王庆杰, 李洪文, 何进, 等. 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2011, 27(7): 117-122.

Wang Qingjie, Li Hongwen, He Jin, et al. Design and experiment on concave disc type maize ridge-till and no-till planter [J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(7): 117-122. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

东北玉米垄作区的农业可持续发展面临着旱情加重、土壤退化、经济效益差等问题<sup>[1-2]</sup>, 垄作保护性耕作结合了传统垄作、免耕和秸秆覆盖等技术, 要求秋季收获后秸秆全部还田, 并均匀铺在地表, 春季原垄免耕播种<sup>[3]</sup>。有研究表明<sup>[4-6]</sup>, 秸秆覆盖条件下免耕播种具有改善土壤结构, 提高土壤蓄水量等优势, 但秸秆覆盖也有其弊端, 例如在春季播种时秸秆覆盖地表会导致土壤升温慢, 可能会延缓玉米的出苗和生长; 施肥播种开沟器在秸秆覆盖的土壤开沟时容易产生堵塞, 影响播种质量; 播种时种子可能落在秸秆残茬上, 不能与土壤良好接触, 出现晾籽, 造成缺苗; 秸秆和土壤被旋耕后, 秸秆土壤混杂影响镇压, 也有可能增加晾籽机率等<sup>[7]</sup>。

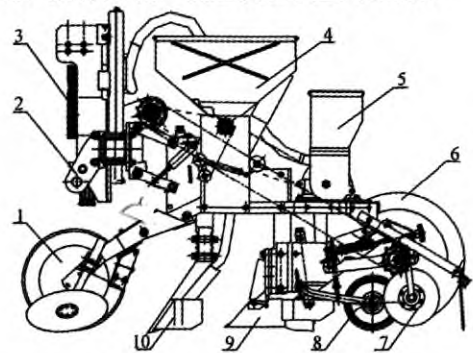
目前在东北地区所使用的玉米垄作免耕播种机主要是条带旋耕式, 如中国农业大学罗红旗<sup>[8]</sup>等设计的带状旋耕式玉米垄作免耕播种机、辽宁省阜新圣龙农机二厂生产的 2BML-2 (Z) 玉米垄作免耕播种机<sup>[9]</sup>以及黑龙江农机研究院设计的 2BJM-4 型灭茬播种联合作业机均采用条带旋耕的方式处理秸秆、根茬, 其清理效果好, 防堵能力强, 但其高速旋转的旋耕刀对土壤扰动量大, 抛土、甩土严重, 增加了动力消耗, 而且其作业效率也不高<sup>[10]</sup>。

针对以上问题, 在种养业生产装备设施工程项目的资助下, 结合东北地区地块大、产量高、原垄播种等特点, 利用凹形圆盘与平面圆盘相结合的方式, 设计了一种凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机, 并进行了田间试验。

## 1 整机结构与工作原理

### 1.1 整机结构

凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机主要是针对东北玉米垄作区大秸秆量条件下垄作免耕播种玉米设计的。整机总体结构如图 1 所示, 主要由垄台清理装置、机架、施肥系统、播种系统、覆土镇压装置等组成。



1. 垄台清理装置 2. 机架 3. 风机 4. 肥箱 5. 种箱 6. 地轮 7. 覆土器 8. 压种轮 9. 播种开沟器 10. 施肥开沟器

图 1 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机示意图

Fig.1 Schematic diagram of concave disc type maize ridge-till and no-till planter

**主要技术参数:** 配套动力 47.8 kW 以上, 整机质量 776 kg, 播种幅宽 1 680~2 100 mm, 播种行数为 3 行, 行距为 560~700 mm (可调), 播种深度 40~60 mm, 施肥深度 80~100 mm, 作业速度 4~7 km/h, 排种采用

收稿日期: 2011-01-25 修订日期: 2011-05-05

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (200903009)

作者简介: 王庆杰 (1979-), 男, 山东烟台人, 讲师, 博士, 主要从事保护性耕作机具研究。北京 中国农业大学工学院, 100083。

Email: wangqingjie@cau.edu.cn

<sup>\*</sup>通信作者: 李洪文 (1968-), 男, 江苏人, 教授, 博士生导师, 主要从事农业机械化研究。北京 中国农业大学工学院, 100083。

Email: lhwen@cau.edu.cn

气吸式，理论株距为 120~450 mm，排肥器为外槽轮式，外形尺寸（长×宽×高）2400 mm×3800 mm×1400 mm。

1.2 工作原理

垄作免耕播种玉米时，拖拉机的动力后输出轴为风机提供动力。安装在施肥开沟器正前方的垄台清理装置在切开根茬的同时，将垄台上的秸秆、碎茬及杂草等清理到垄沟内，减少垄台秸秆覆盖量，为施肥播种提供清洁播种带，同时防止施肥、播种开沟器发生堵塞。压种轮位于播种开沟器的正后方，使种子与土壤充分接触，利用覆土双圆盘覆土，形成下实上虚的种床环境，为种子发芽、出苗、生长提供了一个松紧适度的环境<sup>[11]</sup>。本机进地一次便可完成破茬、垄台清理、施肥、播种、覆土、镇压等作业工序，可有效减少机具进地次数。

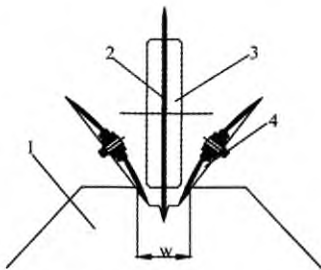
2 关键部件的设计

2.1 垄台清理装置

2.1.1 工作原理

凹形圆盘式垄台清理装置主要由凹形圆盘、平面圆盘及限深轮等组成，如图 2 所示。凹形圆盘对称安装在平面圆盘刀的两侧，平面圆盘刀两侧装有限深轮，可实现零距离限深。利用凹形圆盘的翻甩作用，将平面圆盘刀切断的杂草、碎秆、根茬等处理到垄沟内，创造清洁播种带，以减少后续开沟阻力，提高播种质量。

作业时，在机具重力作用下，平面圆盘刀切断秸秆和根茬，同时切开一条宽 10 mm 左右，深 80 mm 左右的窄沟，凹形圆盘入土深度约为 30~70 mm（可调），将切断的秸秆和根茬翻甩或推到垄沟内，在垄台上形成清洁播种带（w），施肥播种，开沟器在此清洁的播种带上二次开沟施肥播种。



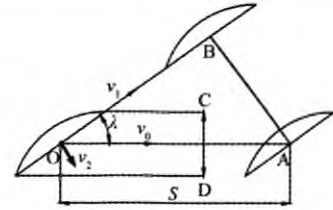
1. 垄台 2. 圆盘刀 3. 限深轮 4. 凹形圆盘 w. 清洁播种带

图 2 凹形圆盘刀工作原理示意图

Fig.2 Schematic diagram of working concave disc

2.1.2 模拟运动分析

从图 3 中可以看出，凹形圆盘的运动速度  $v_0$  方向与凹形圆盘平面的夹角为  $\lambda$ ，其运动速度  $v_0$  可分解为沿着凹形圆盘平面的纯滚动速度  $v_1$  及垂直于凹形平面的纯滑移速度  $v_2$ 。设机具前进距离为  $S$ ，则凹形圆盘从 O 到 A 的运动，可以等同为由 O 滚到 B，然后再由 B 滑到 A，即滚动距离为  $S \times \cos\lambda$ ，滑移距离为  $S \times \sin\lambda$ 。这里仅仅是说明凹形圆盘两种运动（滚动和滑动）量的关系，运动真实过程是两种运动同时发生的，而无先后顺序<sup>[12]</sup>。



注： $v_0$  为机具前进速度； $v_1$  为圆盘纯滚动速度； $v_2$  为圆盘纯滑移速度； $\lambda$  为圆盘实际运动方向与凹形圆盘平面的夹角。

图 3 凹形圆盘模拟运动分析简图

Fig.3 Sketch of concave disc for simulation motion analysis

由运动分析可知，1) 若凹形圆盘的运动偏角  $\lambda$  增加，则 CD 变大，对秸秆根茬等覆盖物的侧向外推作用也就变强，垄台清理效果明显，凹形圆盘平移运动就增强，运动阻力上升，滚动性能变弱，功耗变大；反之，侧向外推作用变弱，种带清理宽度减小，机具功耗降低。2) 凹形圆盘的入土深度也是影响垄台清理效果的重要因素<sup>[9]</sup>。在偏角  $\lambda$  相同的条件下，若凹形圆盘入土深度  $h$  增加，则其垄台清理效果增强，功耗变大；若凹形圆盘的入土深度  $h$  减小，则其清理效果减弱，功耗变小。

因此，可以通过调节凹形圆盘平面与前进方向夹角  $\lambda$  大小以及调节凹形圆盘入土深度的方式调整凹形圆盘式垄台清理装置的秸秆清理效果。

2.1.3 凹形圆盘直径

根据凹形圆盘入土深度、土壤扰动量及根茬处理技术要求等，参照农业机械设计手册<sup>[13]</sup>，可按照如下公式计算凹形圆盘直径

$$D = Kh \tag{1}$$

式中， $D$  为凹形圆盘直径，mm； $K$  为径深比，选取范围为 3~5； $h$  为设计耕深，mm。

在本设计中，为了保证垄台清理效果的同时减少机具动土量，设计凹形圆盘最大入土深度  $h$  为 70 mm，取  $K$  为 5，根据公式（1）求得， $D$  为 350 mm。

2.1.4 凹形圆盘曲率半径

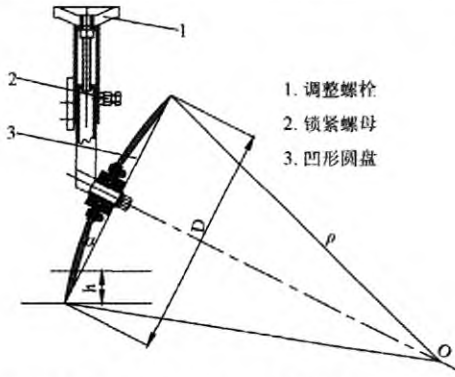
设凹形圆盘曲率半径为  $\rho$ 。研究表明<sup>[13]</sup>，凹形圆盘曲率半径越小土壤扰动强度越大，清理效果越好，工作阻力越大，对垄台破坏也越严重。 $\rho$  值的选取与凹形圆盘直径  $D$ 、径深比  $K$ 、凹形圆盘偏角  $\lambda$  等有关。

$$\rho = \frac{D}{K} \sqrt{\frac{K-1}{\sin^2 \lambda} + (0.5K-1)^2} \tag{2}$$

式中， $\rho$  为凹形圆盘曲率半径，mm； $D$  为凹形圆盘直径，mm； $K$  为径深比； $\lambda$  为凹形圆盘与前进方向的偏角。

根据保护性耕作相关技术要求，同时尽可能减少对垄台的破坏，参照中国农业大学马洪亮博士斜置圆盘的设计<sup>[10]</sup>，设计凹形圆盘与前进方向的偏角  $\lambda=5^\circ$ 。根据公式（2）得， $\rho \approx 1346$  mm。

为了保证凹形圆盘入土性能，参照农业机械设计手册，设计凹形圆盘边缘刃口的切线与地表垂直，凹形圆盘轴心线与水平地面夹角约为  $30^\circ$ 。



注：h. 入土深度 D. 凹形圆盘直径 ρ. 曲率半径。

图 4 凹形圆盘结构参数

Fig.4 Parameters of structure for concave disc

2.2 开沟器

入土角  $\alpha$  为开沟器工作面与水平面之间的夹角。 $\alpha$  过大，入土性能差，工作土层太高甚至翻土，对垄台破坏大。参照有研究表明<sup>[14]</sup>，1)  $\alpha$  在  $0\sim 20^\circ$  之间，开沟阻力逐渐减少；2)  $\alpha > 20^\circ$  时，开沟阻力与  $\alpha$  成线性关系上升；3)  $\alpha = 20^\circ$ （切土深度为 10 cm），开沟阻力比  $45\sim 60^\circ$  时降低 35%~50%。但入土角过小，会使铲尖强度减弱，为尽量减少垄作免耕播种时的土壤扰动，减少阻力，增加铲尖强度，取入土角  $35^\circ$ 。

入土隙角  $\beta$  是开沟器底面与水平地面之间的夹角。隙角  $\beta$  过小，入土性能差，增加摩擦阻力；隙角  $\beta$  过大，易造成土壤提前回落，使沟底不平，影响种肥深度一致性，一般取入土隙角为  $5\sim 15^\circ$ 。根据试验实际设计其入土隙角  $\beta$  为  $10^\circ$ 。

开沟宽度是开沟器挡土板之间的距离。其大小影响土壤扰动量和动力消耗，结合种带清理宽度，参照农业机械设计手册，设计开沟宽度为 35 mm。

- $\alpha$ . 入土角
- $\beta$ . 入土隙角
- 1. 刃口
- 2. 铲柄
- 3. 挡土板

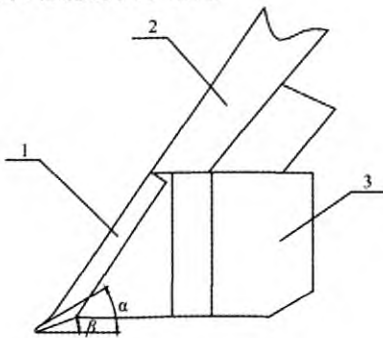


图 5 开沟器结构简图

Fig.5 Schematic diagram of opener

2.3 仿形调节机构

由于土壤阻力和垄台起伏的变化，使开沟深度一致性差。为了提高开沟器开沟深度一致性，本机单体采用平行四连杆机构仿形，并在四连杆上设置拉力弹簧，使限深轮上始终保持适宜的接地压力，然后结合零距离限深装置，保证开沟深度的一致性，从而提高开沟质量。

2.4 压种轮

东北冷凉风沙区春旱严重，特别是春播导致土壤失

墒，影响玉米出苗。播种同时种带镇压技术可以提高、保墒，提高出苗率<sup>[15-16]</sup>。目前玉米垄作免耕播种机常用的镇压轮以直径 300~600 mm，宽度 100~200 mm 为主，其碎土效果好，但由于其镇压幅度宽，不能够较好保证种子与土壤接触紧密，为满足窄沟镇压要求，本机设计的压种轮直径为 280 mm，轮宽为 50 mm，材料采用充气橡胶轮，并设有刮土板。

压种轮通过连接杆铰接在播种开沟器铲柄后方，连接杆上装有调节弹簧，通过调节弹簧张力实现其镇压力的调整。

3 田间播种试验与结果分析

3.1 试验条件

试验地点：辽宁省海城市感王镇玉米垄作秸秆覆盖地，实测前茬玉米平均行距为 590 mm，占地约 1.3 hm<sup>2</sup>；采取随机采样的方式进行采样，每种测试的采样数量均大于 3 个；秸秆覆盖方式：秋季玉米收获后秸秆全部粉碎还田，秸秆覆盖量为 2.38 kg/m<sup>2</sup>；土壤质量含水率为 11.7%（0~5 cm）；配套动力 47.8 kW。播种机田间试验时，根据田间地表秸秆覆盖量情况，调节凹形圆盘的入土深度约 5 cm，凹形圆盘偏角  $\lambda$  设置为  $5^\circ$ 。

3.2 测试内容与方法<sup>[17-18]</sup>

3.2.1 机具通过性

机具合格标准为“植被覆盖量为 2.0~4.0 kg/m<sup>2</sup>，测区长度为 60 m，机具按正常速度作业往返一个行程，不发生堵塞或者有一次轻度堵塞为合格。”

3.2.2 土壤扰动量

保护性耕作要求播种时土壤扰动量要小，即开沟播种时动土量要小，达到保墒保水的目的，同时减少拖拉机的动力消耗。共测试 10 个点，则开沟器的土壤扰动量

$$\eta = \frac{E}{R} \quad (3)$$

式中， $\eta$  为土壤扰动量； $E$  为实际的动土宽度，mm； $R$  为播种行距，mm。

3.2.3 秸秆覆盖率

地表覆盖率的测定方法为用 20 m 长的绳子，每隔 10 cm 做一个记号。测定时，沿测试区域对角线铺设绳子，数记号下有秸秆的点数，再除以总记号数，即为覆盖率。每个测试区域测定 5 次，求平均值即为该区域的秸秆覆盖率。

3.2.4 种肥深度

拖拉机以正常作业速度（3~7 km/h）播种后，机具稳定作业 60 m，往返作业一次，作业共 6 行，每行在 50 m 内随机取 10 个点，人工扒开土层进行播种深度和施肥深度的测量。种肥间距 3~6 cm 为合格。

3.2.5 晾籽情况

晾籽主要是指播种后种子裸露在地表或者种子播在秸秆上。测试时主要采用观测法，首先观测地表裸露种子数量，然后轻轻拨开土壤表层观测播在秸秆上的种子数量，重复测试 3 次，每次测试长度 5 m，测得晾籽数量。

3.2.6 地温测试

使用曲管式地温计测试播种带内 5 cm 处的地温，每



次测量测试3个点,计算公式如下

$$T = (2T_8 + T_{14} + T_{20})/4 \quad (4)$$

式中,  $T$  为1d的平均地温,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_8$  为08:00的地温,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{14}$  为14:00的地温,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{20}$  为20:00的地温,  $^{\circ}\text{C}$ 。

### 3.3 试验结果及分析

#### 3.3.1 土壤扰动量及秸秆覆盖率

凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机田间作业情况如图6所示,其土壤扰动量及秸秆覆盖率变化如下:

1) 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机的种带清理宽度约为130 mm,土壤扰动量为22%,满足保护性耕作相关技术要求;机具作业时,垄台清理装置将秸秆残茬推到两侧的垄沟内,作业现场无尘土飞扬现象,作业环境有保证。

2) 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机播种时,能够创造清洁的播种带。作业后,种带内秸秆覆盖率仅为12.7%,比播种前降低了75.9%,有利于提高播种质量,改善作物生长环境;非种植带(垄沟内)秸秆覆盖率略有增加,由播种前95.5%增加到98.3%,可减少垄沟水土流失。



图6 机具田间作业情况  
Fig.6 Condition of seeding work

#### 3.3.2 种肥情况

1) 试验结果见表1,播种平均深度46 mm,施肥平均深度93 mm,种肥间距为47 mm,合格率为90%以上,一致性好,符合免耕施肥播种的农艺要求。这说明开沟器开沟深度达到设计要求,回土性能好,压种轮工作性能稳定。

2) 试验结果表明,凹形圆盘式垄台清理装置在切开根茬同时,将碎秆、杂草等清理到垄沟内,通过性能好,在秸秆覆盖地往返作业6次的结果显示,没有发生堵塞现象。

3) 由于凹形双圆盘对土壤及秸秆具有切割和推动作用,垄台顶部的秸秆和根茬被清理到垄台两侧(垄沟内),施肥播种开沟器在清洁的垄台上作业,有效防止了种子播在秸秆及残茬上,因此,试验过程中未发现晾籽现象。

表1 种肥田间试验测定结果

Table 1 Testing results for the performance of seed and fertilizer

项目	实测值/mm	合格率/%	变异系数/%
种子平均深度	46	92.3	9.5
肥料平均深度	93	91.2	10.1
种肥间距	47	90.1	11.3
粒距	33	94.6	8.5

#### 3.3.3 地温对比

秸秆覆盖措施对光辐射的吸收和转化以及热量传导有影响<sup>[20]</sup>。图7为装有凹形圆盘(处理1)和拆下凹形圆盘(处理2)两种情况下播种后种带内5 cm处连续1周的地温测试结果。从图中可以看出,随着春季气温的上

升,1周内整个种带5 cm处的地温虽有上下波动,但总体呈气温回升趋势,其中处理1的地温略高于处理2,提高了0.6~2.4 $^{\circ}\text{C}$ ,这说明垄台清理装置将种带内秸秆残茬清理到垄沟内,有利于阳光直射地表,地温回升快。

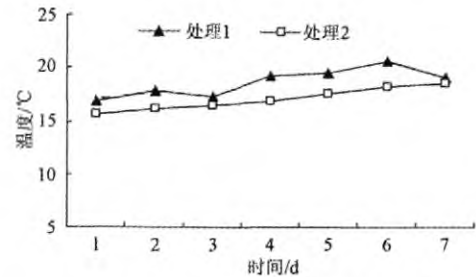


图7 凹形圆盘清垄装置对地温的影响  
Fig.7 Effect of concave disc ridge-clear device on soil temperature

## 4 结论

1) 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机采用凹形圆盘与平面圆盘相结合的方式破茬和垄台清理,效果好,防堵能力强,进地一次可完成破茬、种带清理、施肥、播种、覆土、镇压,能够减少机具进地次数,能够满足我国东北地区玉米垄作免耕播种的要求。

2) 从凹形圆盘的运动分析可知,当其运动偏角 $\lambda$ 增大时,凹形圆盘的滚动角速度减小,对秸秆残茬的侧推作用增强,动土量增大。因此,可以通过调节凹形圆盘运动偏角调节凹形圆盘式垄台清理装置的清垄效果。田间试验表明,凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机播种平均深度为46 mm,施肥平均深度为93 mm,种肥间距为47 mm,合格率90%以上,满足免耕播种技术要求。

3) 凹形圆盘式玉米垄作免耕播种机装有凹形圆盘时,能够提高种带碎茬清理能力,减少种带秸秆覆盖量,有利于苗期种带的地温回升,与未装有凹形圆盘的玉米垄作免耕播种机相比,5 cm处种带地温提高0.6~2.4 $^{\circ}\text{C}$ 。因此,在东北垄作区减少春季种带内秸秆覆盖量有利于苗期玉米发芽。

### [参考文献]

- [1] He Jin, Li Hongwen, H.J.Kuhn, et al. Effect of ridge, no-tillage, and conventional tillage on soil temperature, water use, and crop performance in cold and semi-arid areas in Northeast China[J]. Australian Journal of Soil Research, 2010, 48(6): 737-744.
- [2] 吴仕宏, 李宝筏, 包文育. 新型垄作耕播机破茬清垄装置的研究[J]. 农机化研究, 2007, (1): 116-122.  
Wu Shihong, Li Baofa, Bao Wenyu. Research on the New Type Residues Cutting and Ridge Cleaning Device of Till Planter[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2007, (1): 116-122. (in Chinese with English abstract)
- [3] 高焕文, 李问盈, 李洪文. 中国特色保护性耕作技术[J]. 农业工程学报, 2003, 19(3): 1-4.  
Gao Huanwen, Li Wenying, Li Hongwen. Conservation tillage technology with Chinese characteristics[J]. Transactions

- of the CSAE, 2003, 19(3): 1-4. (in Chinese with English abstract)
- [4] 袁俊吉, 彭思利, 蒋先军, 等. 稻田垄作免耕对土壤团聚体和有机质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(12): 153-160.  
Yuan Junji, Peng Sili, Jiang Xianjun, et al. Effect of combing ridge and no-tillage on aggregates and organic matter in a rice-based cropping system[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(12): 153-160. (in Chinese with English abstract)
- [5] 王庆杰, 李洪文, 徐迪娟, 等. 大垄双行玉米免耕播种技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(2): 17-20.  
Wang Qingjie, Li Hongwen, Xu Dijuan et al. Study on the technology of the corn no-till planting of one big ridge two rows[J]. Agricultural Research in the Arid Areas. 2007, 25(2): 17-20. (in Chinese with English abstract)
- [6] 李宝筏, 刘安东, 包文育, 等. 东北垄作滚动圆盘式耕播机[J]. 农业机械学报, 2006, 37(5): 57-59.  
Li Baofa, Liu Andong, Bao Wenyu, et al. Rolling disc type till-planter of the ridge cropping system in Northeast area of China[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2006, 37(5): 57-59. (in Chinese with English abstract)
- [7] 毛红玲, 李军, 贾志宽, 等. 旱作麦田保护性耕作蓄水保墒和增产增收效应[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 44-51.  
Mao Hongling, Li Jun, Jia Zhikuan, et al. Soil water conservation effect, yield and income increments of conservation tillage measures on dryland wheat field[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(8): 44-51. (in Chinese with English abstract)
- [8] 罗红旗, 高焕文, 刘安东, 等. 玉米垄作免耕播种机研究[J]. 农业机械学报, 2006, 37(4): 45-63.  
Luo Hongqi, Gao Huanwen, Liu Andong, et al. Study on Ridge-till and No-till Corn Planter[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2006, 37(4): 45-63. (in Chinese with English abstract)
- [9] 徐迪娟, 李问盈, 王庆杰. 2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机的研制[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(3): 75-78.  
Xu Dijuan, Li Wenying, Wang Qingjie. Development of 2BML-2(Z) type no-till maize seeder in ridge-field [J]. Journal of China Agricultural University. 2006, 11(3): 75-78. (in Chinese with English abstract)
- [10] 刘立晶, 高焕文, 李洪文. 玉米-小麦一年两熟保护性耕作体系试验研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 70-73.  
Liu Lijing, Gao Huanwen, Li Hongwen. Conservation tillage for corn-wheat two crops a year region[J]. Transactions of the CSAE, 2004, 20(3): 70-73. (in Chinese with English abstract)
- [11] 赵丽萍, 刘庆福. 垄上镇压玉米精密播种机保墒抗旱机理的研究[J]. 吉林农业大学学报, 2005, 27(6): 698-700, 710.  
Zhao Lingping, Liu Qingfu. Study on Drought Resisting and Humidity Keeping Mechanism of Precise Maize Seeder Rolling on the Ridge[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2005, 27(6): 698-700, 710. (in Chinese with English abstract)
- [12] 曹文, 丁俊华, 李再臣. 驱动圆盘犁的研究与设计[J]. 农机化研究, 2009, (6): 50-53, 61.  
Cao Wen, Ding Junhua, Li Zairan. Driver Disk plow Research and Design[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research. 2009, (6): 50-53, 61. (in Chinese with English abstract)
- [13] 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册: 上册[M]. 机械工业出版社, 1988: 185-190.
- [14] 马洪亮, 高焕文, 李洪文, 等. 驱动斜制圆盘式免耕播种机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2006, 37(5): 45-47, 66.  
Ma Hongliang, Gao Huanwen, Lihongwen, et al. Design and Experiment of No-till Planter with Oblique Driven Disc[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2006, 37(5): 45-47, 66. (in Chinese with English abstract)
- [15] 田耘, 刘庆福, 王景立, 等. 2BLZ-2型垄上镇压式精密播种机结构及参数的确定[J]. 吉林农业大学学报, 2003, 25(5): 583-585, 590.  
Tian Yun, Liu Qingfu, Wang Jingli, et al. Determination of Structure and Parameters of 2BLZ-2 Ridge-Rolling Precision Seed Drill [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2003, 25(5): 583-585, 590. (in Chinese with English abstract)
- [16] 赵小蓉, 赵燮京, 陈先藻. 保护性耕作对土壤水分和小麦产量的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 6-10.  
Zhao Xiaorong, Zha Xiejing, Chen Xianzao. Effects of conservation tillage on soil moisture and wheat yield[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(1): 6-10, 590. (in Chinese with English abstract)
- [17] 姚宗路, 高焕文, 李洪文, 等. 一年两熟区玉米覆盖地小麦免耕播种机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2007, 38(8): 57-61.  
Yao Zonglu, Gao Huanwen, Li Hongwen, et al. Experiment on no-till wheat planter under the bestrow of the maize stubble in double cropping area[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(8): 57-61. (in Chinese with English abstract)
- [18] 王庆杰, 何进, 姚宗路, 等. 驱动圆盘式玉米垄作免耕播种机设计与试验[J]. 农业机械学报, 2008, 39(6): 68-72.  
Wang Qingjie, He Jin, Yao Zonglu, et al. Design and Experiment on Powered Disc No-tillage Planter for Ridge-tillage[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(6): 68-72. (in Chinese with English abstract)
- [19] 李月兴, 魏永华, 魏永霞. 保护性耕作对土壤水分和玉米产量的影响[J]. 中国农村水利水电, 2010, (10): 25-28, 32.  
Li Yuexing, Wei Yonghua, Wei Yongxia. Effect of Conservation Tillage on Soil Moisture and Corn Yield. China Rural Water and Hydropower, 2010 (10): 25-28, 32. (in Chinese with English abstract)
- [20] 张少良, 张兴义, 于同艳, 等. 秸秆覆盖对农田黑土地春季地温的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 24(6): 169-173.  
Zhang Shaoliang, Zhang Xingyi, Yu Tongyan et al. Effect of Crop Residue Mulch on Spring Soil Temperature in Black Soil[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010, 24(6): 169-173. (in Chinese with English abstract)

## Design and experiment on concave disc type maize ridge-till and no-till planter

Wang Qingjie, Li Hongwen<sup>\*</sup>, He Jin, Li Wenying, Rabi G. Rasaily  
(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The concave disc type maize ridge-till and no-till planter was designed to solve the problems of straw blocking, bad ridge-clear effect and low working efficiency. The idea was put forward to solve problems by combining the concave disc with flat disc, and the designing of concave disc type ridge-clear device. The key structure parameters were conformed through analysing its moving characters. The ridge-tillage field experimental results with the straw covered showed that, concave disc type maize ridge-till and no-till planter was effective in anti-blocking and ridge-clear effect, and created clear seed bed. The separation space between seed and fertilizer was approximately 47 mm, and good uniformity was shown. Soil disturbance was about 22%, and the straw coverage rate decreased by 75.9% on the seedbed after planting, which could increase soil temperature, enhance seeding quality. The results show important significance for the popularization and application of maize ridge-till and no-till in the northeast of China.

**Key words:** conservation, agricultural machinery, design, tillage, ridge-tillage, concave disk, cleaning-device

作者: [王庆杰](#), [李洪文](#), [何进](#), [李问盈](#), [Rabi G. Rasaily](#), [Wang Qingjie](#), [Li Hongwen](#), [He Jin](#), [Li Wenying](#), [Rabi G. Rasaily](#)  
作者单位: [中国农业大学工学院, 北京, 100083](#)  
刊名: [农业工程学报](#) [ISTIC](#) [EI](#) [PKU](#)  
英文刊名: [Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering](#)  
年, 卷(期): 2011, 27(7)  
被引用次数: 4次

## 参考文献(20条)

- [He Jin;Li Hongwen;H. J. Kuhn](#) Effect of ridge, no-tillage, and conventional tillage on soil temperature, water use, and crop performance in cold and semi-arid areas in Northeast China 2010(06)
- [吴仕宏;李宝筏;包文育](#) 新型垄作耕播机破茬清垄装置的研究[期刊论文]-[农机化研究](#) 2007(01)
- [高焕文;李问盈;李洪文](#) 中国特色保护性耕作技术[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2003(03)
- [袁俊吉;彭思利;蒋先军](#) 稻田垄作免耕对土壤团聚体和有机质的影响[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2010(12)
- [王庆杰;李洪文;徐迪娟](#) 大垄双行玉米免耕播种技术研究[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#) 2007(02)
- [李宝筏;刘安东;包文育](#) 东北垄作滚动圆盘式耕播机[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2006(05)
- [毛红玲;李军;贾志宽](#) 旱作麦田保护性耕作蓄水保墒和增产增收效应[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2010(08)
- [罗红旗;高焕文;刘安东](#) 玉米垄作免耕播种机研究[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2006(04)
- [徐迪娟;李问盈;王庆杰](#) 2BML-2 (Z)型玉米垄作免耕播种机的研制[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2006(03)
- [刘立晶;高焕文;李洪文](#) 玉米-小麦一年两熟保护性耕作体系试验研究[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2004(05)
- [赵丽萍;刘庆福](#) 垄上镇压玉米精密播种机保墒抗旱机理的研究[期刊论文]-[吉林农业大学学报](#) 2005(06)
- [曹文;丁俊华;李再臣](#) 驱动圆盘犁的研究与设计[期刊论文]-[农机化研究](#) 2009(06)
- [中国农业机械化科学研究院](#) 农业机械设计手册:上册 1988
- [马洪亮;高焕文;李洪文](#) 驱动斜制圆盘式免耕播种机设计与试验[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2006(05)
- [田耘;刘庆福;王景立](#) 2BLZ-2型垄上镇压式精密播种机结构及参数的确定[期刊论文]-[吉林农业大学学报](#) 2003(05)
- [赵小蓉;赵燮京;陈先藻](#) 保护性耕作对土壤水分和小麦产量的影响 2009(01)
- [姚宗路;高焕文;李洪文](#) 一年两熟区玉米覆盖地小麦免耕播种机设计与试验[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2007(08)
- [王庆杰;何进;姚宗路](#) 驱动圆盘式玉米垄作免耕播种机设计与试验[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2008(06)
- [李月兴;魏永华;魏永霞](#) 保护性耕作对土壤水分和玉米产量的影响[期刊论文]-[中国农村水利水电](#) 2010(10)
- [张少良;张兴义;于同艳](#) 秸秆覆盖对农田黑土地春季地温的影响[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#) 2010(06)

## 引证文献(4条)

- [贾洪雷;赵佳乐;姜鑫铭;姜铁军;王玉;郭慧](#) 行间免耕播种机防堵装置设计与试验[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2013(18)
- [王汉羊;陈海涛;纪文义](#) 麦茬地免耕播种机清秸覆秸装置设计与试验[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2012(z2)
- [王汉羊;陈海涛;纪文义](#) 2BMFJ-3型麦茬地免耕精播机防堵装置[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2013(4)
- [崔涛;张东兴;杨丽;高娜娜](#) 玉米精量播种机同位仿形半低位投种单体设计与试验[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2012(z2)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_nygcxb201107020.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nygcxb201107020.aspx)