

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.02.015

# 小麦免耕播种机防堵装置性能对比试验\*

张喜瑞 李洪文 何进 王庆杰 张学敏

(中国农业大学工学院,北京 100083)

**【摘要】** 驱动链式、驱动圆盘式和带状旋耕式3种小麦免耕播种机防堵装置具有不同性能和适应性。通过田间性能对比试验,分析了装有不同防堵装置的小麦免耕播种机通过性、土壤扰动量、单位油耗、返青期小麦苗情和产量。试验结果表明:3种防堵装置在不同秸秆覆盖量的免耕地均能满足通过性要求,但在100%秸秆覆盖量情况下,带状旋耕式防堵装置通过性最好,驱动链式和驱动圆盘式防堵装置存在轻微堵塞;在土壤扰动量、单位油耗、小麦返青期苗情以及产量上,驱动链式防堵装置效果要优于驱动圆盘式防堵装置和带状旋耕式防堵装置。

**关键词:** 小麦 免耕播种机 防堵装置 保护性耕作 试验

**中图分类号:** S223.2<sup>6</sup> **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)02-0073-05

## Comparative Experiment on Anti-blocking Mechanism for Wheat No-till Planter

Zhang Xirui Li Hongwen He Jin Wang Qingjie Zhang Xuemin

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

### Abstract

Three kinds of anti-blocking mechanism, i. e. powered-chain, powered-disc and strip-rotating, for wheat no-till planting had different performance and adaptability, the passing ability, soil disturbance, fuel consumption, yield, etc., were analysed through field experiment. The experimental results indicated that all the three mechanism have the passing ability when the corn stalk is chopped and returned to the field. But the strip-rotating exceeds the others when 100% corn stalks residue covers the soil surface. Compared with strip-rotating and powered-disc, powered-chain has a less soil disturbance, fuel efficiency, better plant performance and yield.

**Key words** Wheat, No-till planter, Anti-blocking mechanism, Conservation tillage, Experiment

### 引言

保护性耕作是对农田实行免耕、少耕,尽可能减少土壤耕作,并用作物秸秆、残茬覆盖地表,减少土壤风蚀、水蚀,提高土壤肥力和抗旱能力的一项先进农业耕作方法<sup>[1-4]</sup>。

保护性耕作体系推广实施的关键环节之一是需要性能完善、质量可靠的免耕播种机<sup>[5-6]</sup>。尤其是在我国华北一年两熟地区,由于前茬作物多为玉米残茬覆盖,玉米秸秆覆盖量大、根茬粗、韧性强,极易

造成小麦免耕播种机堵塞,使得机具通过性能差<sup>[7-8]</sup>。目前,我国华北一年两熟区玉米收获后立即免耕播种小麦主要采用动力驱动式小麦免耕播种机,动力驱动式防堵依靠免耕播种机上有动力驱动的切刀或除草等装置,通过切断或拨开秸秆、根茬,保证开沟器等工作部件顺利通过<sup>[9-10]</sup>。驱动链式防堵装置、驱动圆盘式防堵装置和带状旋耕防堵装置利用动力驱动式防堵原理,通过对开沟器前方的玉米秸秆、壅土和杂草等进行清理,从而起到防堵效果。

收稿日期:2009-07-23 修回日期:2009-10-14

\* 中-澳合作项目(SMC/2002/094)、农业部“948”项目(2006-G58)和中国农业大学科研启动基金资助项目(2007028)

作者简介:张喜瑞,博士生,主要从事旱地农业保护性耕作机具研究,E-mail: zhangxirui\_999@sina.com

通讯作者:李洪文,教授,博士生导师,主要从事保护性耕作、农业装备研究,E-mail: lhwen@cau.edu.cn

本文对上述3种防堵装置进行对比试验,并对配置3种防堵装置的小麦免耕播种机进行田间性能试验,通过对比分析其性能,为进一步改进和研制适合我国国情的小麦免耕播种机提供依据。

### 1 防堵装置构造与工作原理

#### 1.1 驱动链式防堵装置

驱动链式防堵装置主要由拨指、链条、驱动链轮、刀刃型开沟器和开沟铲柄等组成,如图1所示<sup>[11]</sup>。拨指固定在链条上构成拨指链,运动中拨指始终与链条转动方向垂直。

在播种小麦时,前茬作物玉米秸秆通过粉碎还田,拖拉机的动力通过变速箱传递给驱动链轮,使其以一定转速带动拨指链转动,拨指不入土,距离地面3~6 cm。刀刃型开沟器在秸秆覆盖地开沟时,其锋利刀刃可切断播种行上的秸秆和杂草,部分不能切断的残茬或倾斜、折弯和倒伏状态下的玉米秸秆在拨指的作用下自下向上被抛向开沟器两侧,从而形成清洁播种带,防止秸秆残茬在开沟铲柄处堵塞。

#### 1.2 驱动圆盘式防堵装置

驱动圆盘式防堵装置主要由组合式开沟器、刀轴、破茬圆盘刀、平行四杆机构、压紧弹簧、开沟铲柄和固定板等组成,如图2所示<sup>[12-13]</sup>。

播种小麦时,拖拉机的动力通过变速箱传递给刀轴,刀轴带动破茬圆盘刀逆向高速旋转,平行四杆机构控制圆盘刀入土性,圆盘刀不仅能切断秸秆、切碎根茬,将地表以下8~10 cm的土壤疏松,开出

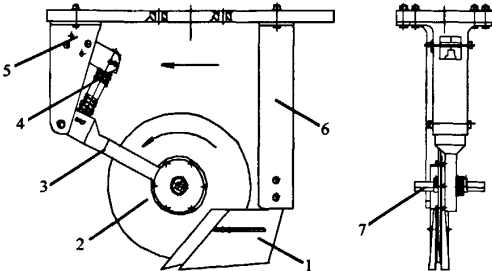


图2 驱动圆盘式防堵装置结构简图  
Fig. 2 Sketch of the powered-disc of anti-blocking mechanism

- 1. 组合式开沟器 2. 破茬圆盘刀 3. 平行四杆机构 4. 压紧弹簧
- 5. 固定板 6. 开沟铲柄 7. 刀轴

沟槽,还能推开播种带上的秸秆,形成清洁播种带。破茬圆盘刀嵌入组合式开沟器之间,当开沟铲柄前方有秸秆堵塞时,高速旋转的圆盘刀能够及时清除堵塞,便于施肥和播种。

#### 1.3 带状旋耕式防堵装置

带状旋耕式防堵装置主要由开沟器、旋耕刀、动刀轴、开沟器铲柄、种管和肥管等组成,如图3所示<sup>[14-15]</sup>。

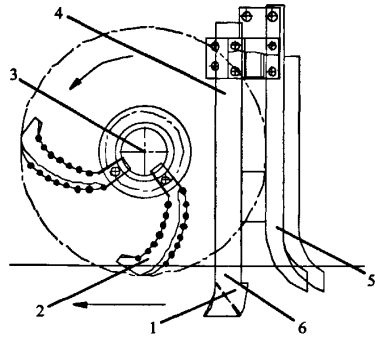


图3 带状旋耕式防堵装置结构简图  
Fig. 3 Sketch of the strip-rotating anti-blocking mechanism

- 1. 开沟器 2. 旋耕刀 3. 动刀轴 4. 开沟器铲柄 5. 种管
- 6. 肥管

播种小麦时,拖拉机的动力通过变速箱传递给动刀轴,动刀轴带动旋耕刀高速旋转。旋耕刀配置在开沟器的正前方,能够对播种行上的根茬进行破除,并对播种行上的秸秆进行粉碎,同时旋耕土壤(入土3~5 cm),从而形成清洁播种带,防止开沟器堵塞。开沟器完成开沟、施肥和播种等作业。

上述3种防堵装置主要用于免耕播种小麦,驱动链式防堵装置主要采用“拨”式防堵原理,通过驱动拨指链抛茬和刀刃型开沟器切茬相结合实现防堵;驱动圆盘式防堵装置主要采用“切”式防堵原理,通过驱动圆盘刀嵌入组合式开沟器实现防堵;带状旋耕式防堵装置主要采用“抛”式防堵原理,通过驱动旋耕刀破茬和开沟器相结合实现防堵。

### 2 试验设计

#### 2.1 试验条件

对比试验于2008年10月6日在北京市大兴区采育镇朱庄试验地进行。试验地为一年两熟免耕播种地,前茬作物为玉米,行距为600 mm,收获后秸秆全部粉碎还田,秸秆覆盖量为3.02 kg/m<sup>2</sup>。土壤质地为壤土,0~40 cm土层平均土壤坚实度为1.826 MPa,土壤含水率为11.5% (0~5 cm)、18.2% (5~10 cm)。

试验用小麦品种为京9428,千粒质量为52.1 g,

种子含水率为11.6%,播种量为300 kg/hm<sup>2</sup>。试验用肥料为美国磷酸二铵,施肥量为270 kg/hm<sup>2</sup>。

## 2.2 试验方法

将3种防堵装置配置在通用机架上构成驱动链式小麦免耕播种机、驱动圆盘式小麦免耕播种机和带状旋耕式小麦免耕播种机,与铁牛-654L型拖拉机配套。播种试验中,对比装有不同防堵装置的小麦免耕播种机的通过性、土壤扰动量和单位油耗量。在小麦返青期,挖取播种试验的小麦耕层根系,测量分蘖数和次生根,然后干燥称量,收获时测定产量。

### 2.2.1 机具通过性

测区长度不小于50 m,植被覆盖为2.0~4.0 kg/m<sup>2</sup>,机具按正常速度进行播种作业。在往返一个行程内,测量由于堵塞造成的晾籽、断条的距离,逐行观察堵塞程度,按轻微、中度、重度堵塞进行描述,不堵塞或轻微堵塞为合格。

### 2.2.2 土壤扰动量

保护性耕作要求播种土壤扰动量要小,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,开沟器的土壤扰动量为

$$\eta = \frac{D}{S} \times 100\% \quad (1)$$

式中  $D$ ——实际的开沟宽度,mm

$S$ ——播种行距,mm

### 2.2.3 单位油耗量

利用CTM-2002B型农机综合测试仪测量油耗、速度、牵引力。机组行走距离50 m时,仪器自动停止测量,打印一次测试结果,每组数据测试3次。单位面积油耗量为

$$Q = \frac{10Q_t}{vB} \quad (2)$$

式中  $Q_t$ ——单位时间油耗,L/h

$v$ ——机组前进速度,km/h

$B$ ——播种机工作幅宽,cm

### 2.2.4 分蘖数和次生根

在小麦返青期,挖取小麦根层(0~20 cm)根系,用水冲洗后,分别计数麦苗的分蘖数和次生根数。

### 2.2.5 小麦产量

小麦收获期间,对采用防堵装置进行播种的小麦试验区和传统翻耕小麦试验区进行田间测产,每个试验区面积为1 m<sup>2</sup>,然后测量株高、穗长、穗数、穗粒数和千粒质量,最后计算产量。

## 3 试验结果与分析

### 3.1 机具通过性

在试验区对无秸秆覆盖、50% 秸秆覆盖和

100% 秸秆覆盖3种免耕地进行试验,3种免耕地分别试验3次,试验结果如表1所示。

表1 小麦免耕播种机通过性能测定结果

Tab.1 Test results of anti-blocking capability for three kinds of wheat no-till planter

地块状况	防堵装置类型		
	驱动链式	驱动圆盘式	带状旋耕式
无秸秆覆盖	无堵塞	无堵塞	无堵塞
50% 秸秆覆盖	无堵塞	轻微堵塞	无堵塞
100% 秸秆覆盖	轻微堵塞	轻微堵塞	无堵塞

试验结果表明,在相同的作业速度下,带状旋耕式小麦免耕播种机在3种秸秆覆盖免耕地均未出现堵塞现象。其主要原因可能是高速旋转的旋耕刀能够切断种行上的秸秆和粉碎遇到的根茬,因此通过性能好。驱动链式小麦免耕播种机在100% 秸秆覆盖出现轻微堵塞,其主要原因可能是在秸秆覆盖量大的情况下,拨指来不及清除部分秸秆,导致存在轻微堵塞。驱动圆盘式小麦免耕播种机在50% 和100% 秸秆覆盖地出现轻微堵塞,其主要原因可能是秸秆覆盖量大、部分秸秆韧性高,圆盘刀来不及切断,从而造成轻微堵塞。

### 3.2 土壤扰动量和油耗

土壤扰动量和油耗对比试验在100% 秸秆覆盖免耕地上进行,播种行距为200 mm,3种防堵装置对土壤扰动量和油耗的影响如表2所示。

表2 不同小麦免耕播种机对土壤扰动量和油耗的影响

Tab.2 Comparison of the soil disturbance and fuel consumption for three kinds of wheat no-till planter

防堵装置类型	开沟宽度 $D$ /mm	土壤扰动量 $\eta$ /%	驱动轴转速 $n$ /r·min <sup>-1</sup>	单位面积油耗量 $Q$ /L·hm <sup>-2</sup>
驱动链式	35.2 <sup>a</sup>	17.6 <sup>a</sup>	320	12.4 <sup>a</sup>
驱动圆盘式	36.4 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>	320	13.2 <sup>a</sup>
带状旋耕式	61.2 <sup>b</sup>	30.6 <sup>b</sup>	320	16.5 <sup>b</sup>

注:同一列内相同字母表示差异不显著(LSD小于0.05),下同

试验结果表明,在相同的作业速度下,驱动链式小麦免耕播种机土壤扰动量和单位面积油耗量最小,驱动圆盘式次之,带状旋耕式最大。

土壤扰动量存在差别的主要原因是,驱动链式防堵装置的开沟宽度最小(35.2 mm),驱动圆盘式次之(36.4 mm),带状旋耕式最大(61.2 mm);单位面积油耗量存在差别的主要原因可能是驱动链式工作时拨指不入土,只是将秸秆拨到两侧,同时开沟宽度最小,因此动力消耗最小,单位面积油耗量最小。驱动圆盘式工作时破茬圆盘刀需要先破茬开沟,同

时开沟宽度大于驱动链式的开沟宽度,动力消耗相对于驱动链式要大,因此单位面积油耗大。带状旋耕式工作时破茬旋耕刀既对秸秆进行破茬,又对土壤进行旋耕,同时开沟宽度最大,因此动力消耗最大,单位面积油耗量最大。

### 3.3 作物生长

2009年3月10日,对不同防堵装置免耕播种和传统耕作播种的小麦耕层(0~20 cm)土壤含水率,小麦根系生长情况进行测定,结果如表3所示。

表3 不同小麦播种机对冬小麦土壤含水率和根系的影响  
Tab.3 Comparison of soil moisture and root for three kinds of anti-blocking mechanism

耕作方式	土壤含水率 (0~20 cm)/%	分蘖数 /个·颖 <sup>-1</sup>	次生根数 /个·颖 <sup>-1</sup>
驱动链式免耕播种	19.26 <sup>a</sup>	4.05 <sup>a</sup>	5.32 <sup>a</sup>
驱动圆盘式免耕播种	18.05 <sup>a</sup>	3.32 <sup>a</sup>	4.61 <sup>a</sup>
带状旋耕式免耕播种	15.34 <sup>b</sup>	3.15 <sup>b</sup>	3.82 <sup>b</sup>
传统翻耕播种	14.12 <sup>c</sup>	2.21 <sup>c</sup>	2.75 <sup>c</sup>

结果表明,在播种期、小麦品种相同的条件下,3种防堵装置播种的土壤含水率(0~20 cm)、小麦分蘖数和次生根数明显好于传统耕作方式。其主要原因是免耕播种由于不翻耕土壤、地表有秸秆覆盖,可以降低地表风速与地温,阻断土壤水分向大气的

运移通道,减少土壤水分的无效蒸发,从而土壤含水率高,同时由于大量秸秆还田,改善了土壤耕层结构,增加了土壤肥力,从而利于冬小麦的根系生长。采用驱动链式和驱动圆盘式的土壤含水率、分蘖数和次生根数要好于采用带状旋耕式,驱动链式和驱动圆盘式之间差异不大。原因可能是驱动链式和驱动圆盘式相对于带状旋耕式土壤扰动量小,播种带土壤水分蒸发小,从而有利于冬小麦的根系生长。

### 3.4 产量

2009年6月20日,对3种小麦免耕播种机播种和传统翻耕播种的冬小麦进行测产,其结果如表4所示。从表可以看出,免耕播种的小麦产量要明显高于传统翻耕播种的小麦产量,平均增产达到9.57%。这主要是由于免耕播种能够保水保墒,促进根系生长,使冬小麦植株个体发育较好、群体平稳,穗粒数和千粒质量得到增加,起到增产的作用。采用驱动链式小麦免耕播种机播种的小麦产量要高于驱动圆盘式和带状旋耕式,而驱动圆盘式和带状旋耕式免耕播种的小麦产量之间差异不大。其主要原因可能是与驱动圆盘式和带状旋耕式免耕播种的冬小麦相比,驱动链式免耕播种的冬小麦在返青期土壤含水率(0~20 cm)高,根系生长好,从而促进增产。

表4 不同小麦播种机对冬小麦产量的影响

Tab.4 Comparison of the yield of winter wheat for three kinds of wheat no-till planter

耕作方式	穗长/cm	株高/cm	穗粒数/粒	千粒质量/g	穗数/穗·hm <sup>-2</sup>	产量/kg·hm <sup>-2</sup>
驱动链式免耕播种	6.9	65.6	36.3	42.3	38.82 × 10 <sup>4</sup>	6 934.52 <sup>a</sup>
驱动圆盘式免耕播种	6.5	72.1	35.7	38.9	37.67 × 10 <sup>4</sup>	6 691.79 <sup>b</sup>
带状旋耕式免耕播种	7.2	65.3	32.8	40.2	38.23 × 10 <sup>4</sup>	6 705.66 <sup>b</sup>
传统翻耕播种	7.0	70.6	33.9	37.5	37.09 × 10 <sup>4</sup>	6 185.61 <sup>c</sup>

## 4 结论

(1) 装有3种防堵装置的小麦免耕播种机在不同秸秆覆盖量的免耕地上均能满足通过性要求,能够满足我国华北一年两熟区保护性耕作要求,但在100%秸秆覆盖量情况下,带状旋耕式防堵装置通过性最好,驱动链式和驱动圆盘式防堵存在轻微堵塞。

(2) 驱动链式防堵装置土壤扰动量和单位面积油耗最小,驱动圆盘式防堵装置次之,带状旋耕式防堵装置最高。

(3) 小麦免耕播种机播种试验区的冬小麦返青期的土壤含水率(0~20 cm)、分蘖数和次生根数,要明显好于传统翻耕试验区,驱动链式小麦免耕播种机和驱动圆盘式小麦免耕播种的试验区要好于带状旋耕式小麦免耕播种机试验区。

(4) 小麦免耕播种机播种试验区的冬小麦产量要明显好于传统翻耕试验区,平均增产达到9.57%;驱动链式免耕播种的冬小麦产量要高于驱动圆盘式和带状旋耕式,而驱动圆盘式和带状旋耕式免耕播种的小麦产量之间差异不大。

## 参 考 文 献

1 高焕文,李向盈,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

- Chinese Society of Agricultural Engineering, 2003, 19(3):1~4. (in Chinese)
- 2 He J, Li H W, Wang X Y, et al. The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China[J]. *Soil & Tillage Research*, 2007, 94(2): 493~502.
  - 3 Zhang X R, Li H W, He J, et al. Influence of conservation tillage practices on soil properties and crop yields for maize and wheat cultivation in Beijing, China[J]. *Australian Journal of Soil Research*, 2009, 47(4):362~371.
  - 4 农业部农业机械化推广司. 中国保护性耕作[M]. 北京:中国农业出版社, 2008.
  - 5 高焕文,李洪文,姚宗路. 我国轻型免耕播种机研究[J]. *农业机械学报*, 2008, 39(4):78~82.  
Gao Huanwen, Li Hongwen, Yao Zonglu. Study on the Chinese light no-till seeders[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2008, 39(4):78~82. (in Chinese)
  - 6 廖庆喜,高焕文,舒彩霞. 免耕播种机防堵技术研究现状与发展趋势[J]. *农业工程学报*, 2004, 20(1):108~112.  
Liao Qingxi, Gao Huanwen, Shu Caixia. Present situations and prospects of anti-blocking technology of no-tillage planter[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2004, 20(1):108~112. (in Chinese)
  - 7 王庆杰,姚宗路,高焕文,等. 楔刀型免耕开沟器设计与试验[J]. *机械工程学报*, 2008, 44(9):177~182.  
Wang Qingjie, Yao Zonglu, Gao Huanwen, et al. Design and experiment on a wedge shaped no-tillage opener[J]. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 2008, 44(9):177~182. (in Chinese)
  - 8 陈浩,黄虎,杨亚莉,等. 固定道对行小麦/玉米通用免耕播种机设计[J]. *农业机械学报*, 2009, 40(3):72~76.  
Chen Hao, Huang Hu, Yang Yali, et al. Design of row-followed no-till wheat and maize planter under controlled traffic farming system[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2009, 40(3):72~76. (in Chinese)
  - 9 姚宗路,高焕文,王晓燕,等. 2BMX-5型小麦-玉米免耕播种机设计[J]. *农业机械学报*, 2008, 39(12):64~68.  
Yao Zonglu, Gao Huanwen, Wang Xiaoyan, et al. Design and experiment on 2BMX-5 no-till wheat-maize seeder[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2008, 39(12):64~68. (in Chinese)
  - 10 马洪亮. 免耕播种机玉米秸秆根茬切断装置的研究[D]. 北京:中国农业大学, 2006.  
Ma Hongliang. Study on the cutting corn stalk and rootstalk device of no-tillage drill[D]. Beijing: China Agricultural University, 2006. (in Chinese)
  - 11 张喜瑞,何进,李洪文,等. 小麦免耕播种机驱动链式防堵装置设计[J]. *农业机械学报*, 2009, 40(10):44~48.  
Zhang Xirui, He Jin, Li Hongwen, et al. Design of the powered-chain anti-blocking mechanism for wheat no-till planter[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2009, 40(10):44~48. (in Chinese)
  - 12 张喜瑞,李洪文,仪坤秀,等. 主动圆盘防堵式小麦免耕播种机的设计研究[J]. *农机化研究*, 2009, 31(7):53~55.  
Zhang Xirui, Li Hongwen, Yi Kunxiu, et al. Experiment and design on disk cutter with power type of wheat no-till planter[J]. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 2009, 31(7):53~55. (in Chinese)
  - 13 张喜瑞,何进,李洪文,等. 免耕播种机驱动圆盘防堵单元体的设计与试验[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(9):117~121.  
Zhang Xirui, He Jin, Li Hongwen, et al. Design and experiment on the driving disc of anti-blocking unit for no-tillage planter[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2009, 25(9):117~121. (in Chinese)
  - 14 王庆杰,何进,姚宗路,等. 驱动圆盘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)
  - 15 姚宗路. 楔刀型免耕开沟器的研究[D]. 北京:中国农业大学, 2008.  
Yao Zonglu. Study on wedge-shaped with front knife no-till opener[D]. Beijing: China Agricultural University, 2008. (in Chinese)
  - 16 魏淑艳,马洪亮,牛博英,等. 小麦免耕播种机驱动双向螺旋刀开沟防堵装置[J]. *农业机械学报*, 2008, 39(12):69~72.  
Wei Shuyan, Ma Hongliang, Niu Boying, et al. Design and experiment on the dextral and laevogyrate helicoid cutting mechanism for no-till drills[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2008, 39(12):69~72. (in Chinese)

# 小麦免耕播种机防堵装置性能对比试验

作者: [张喜瑞](#), [李洪文](#), [何进](#), [王庆杰](#), [张学敏](#), [Zhang Xirui](#), [Li Hongwen](#), [He Jin](#)  
[Wang, Qingjie, Zhang Xuemin](#)

作者单位: [中国农业大学工学院](#), 北京, 100083

刊名: [农业机械学报](#) 

英文刊名: [TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY FOR AGRICULTURAL MACHINERY](#)

年, 卷(期): 2010, 41(2)

被引用次数: 2次

## 参考文献(16条)

- 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)
- He J;Li H W;Wang X Y [The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China](#)[外文期刊] 2007(02)
- Zhang X R;Li H W;He J [Influence of conservation tillage practices on soil properties and crop yields for maize and wheat cultivation in Beijing,China](#)[外文期刊] 2009(04)
- 农业部农业机械化管理司 [中国保护性耕作](#) 2008
- 高焕文;李洪文;姚宗路 [我国轻型免耕播种机研究](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2008(04)
- 廖庆喜;高焕文;舒彩霞 [免耕播种机防堵技术研究现状与发展趋势](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2004(01)
- 王庆杰;姚宗路;高焕文 [楔刀型免耕开沟器设计与试验](#)[期刊论文]-[机械工程学报](#) 2008(09)
- 陈浩;黄虎;杨亚莉 [固定道对行小麦/玉米通用免耕播种机设计](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2009(03)
- 姚宗路;高焕文;王晓燕 [2BMX-5型小麦-玉米免耕播种机设计](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2008(12)
- 马洪亮 [免耕播种机玉米秸秆根茬切断装置的研究](#)[学位论文] 2006
- 张喜瑞;何进;李洪文 [小麦免耕播种机驱动链式防堵装置设计](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2009(10)
- 张喜瑞;李洪文;仪坤秀 [主动圆盘防堵式小麦免耕播种机的设计研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2009(07)
- 张喜瑞;何进;李洪文 [免耕播种机驱动圆盘防堵单元体的设计与试验](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2009(09)
- 王庆杰;何进;姚宗路 [驱动圆盘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)
- 姚宗路 [楔刀型免耕开沟器的研究](#) 2008
- 魏淑艳;马洪亮;牛博英 [小麦免耕播种机驱动双向螺旋刀开沟防堵装置](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2008(12)

## 本文读者也读过(10条)

- 张喜瑞.何进.李洪文.李问盈.李慧.Zhang Xirui.He Jin.Li Hongwen.Li Wenyong.Li Hui [免耕播种机驱动圆盘防堵单元体的设计与试验](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2009, 25(9)
- 魏淑艳.马洪亮.牛博英.邸英良.吴运涛.Wei Shuyan.Ma Hongliang.Niu Boying.Di Yingliang.Wu Yuntao [小麦免耕播种机驱动双向螺旋刀开沟防堵装置](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2008, 39(12)
- 贺德.HE De [免耕播种机防堵装置的设计](#)[期刊论文]-[中国农机化](#)2007(4)
- 张喜瑞.何进.李洪文.李问盈.Zhang Xirui.He Jin.Li Hongwen.Li Wenyong [小麦免耕播种机驱动链式防堵装置设计](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2009, 40(10)
- 何进.李洪文.李慧.张学敏.张喜瑞.He Jin.Li Hongwen.Li Hui.Zhang Xuemin.Zhang Xirui [往复切刀式小麦固定垄免耕播种机](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2009, 25(11)
- 廖庆喜.高焕文.王世学.舒彩霞 [免耕播种机新型锯切防堵装置的试验研究](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2003, 34(6)
- 王庆杰.何进.姚宗路.李洪文.李问盈.张学敏.Wang Qingjie.He Jin.Yao Zonglu.Li Hongwen.Li Wenyong.Zhang Xuemin [驱动圆盘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, 39(6)

8. [赵武云](#), [张锋伟](#), [吴劲锋](#), [韩正晟](#), [吴建民](#) [免耕播种机弹齿式防堵装置](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2007, 38(3)
9. [杨帆](#), [李问盈](#), [Yang Fan](#), [Li Wenying](#) [免耕播种机防堵装置的设计](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31(7)
10. [魏延富](#), [高焕文](#), [李洪文](#) [三种一年两熟地区小麦免耕播种机适应性试验与分析](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2005, 21(1)

#### 引证文献(2条)

1. [王振华](#), [吕钊钦](#) [花生免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2012(12)
2. [赵旭](#), [张祖立](#), [唐萍](#), [张国梁](#), [张为政](#) [被动式倾斜波纹圆盘破茬刀工作性能试验](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2011(1)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_nyjxxb201002015.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_nyjxxb201002015.aspx)