

免耕播种机驱动圆盘防堵单元体的设计与试验

张喜瑞, 何 进, 李洪文*, 李问盈, 李 慧

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

摘 要: 一年两熟区前茬残留物多为玉米残茬, 连同杂草易使免耕播种机播种冬小麦时造成开沟器堵塞。针对该问题, 提出了驱动圆盘刀嵌入组合式开沟器联合防堵原理, 设计了一种驱动圆盘式防堵单元体, 并分析和确定了其主要结构参数。田间试验表明, 驱动圆盘式小麦免耕播种机根茬切断率提高了 11.2%, 土壤扰动量减少了 58.8%。在小麦返青期的苗情监测表明, 与条带粉碎式小麦免耕播种和传统耕作播种相比, 利用驱动圆盘式防堵单元体播种的免耕地, 0~20 cm 土壤层含水率最高, 小麦分蘖数和次生根数最多, 较好地满足一年两熟区农艺要求。

关键词: 耕作, 农艺, 试验, 免耕播种机

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2009.09.021

中图分类号: S223.2⁺6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2009)-9-0117-05

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 CSAE, 2009, 25(9): 117—121. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

保护性耕作是对农田实行免耕、少耕, 用作物秸秆覆盖地表, 减少风蚀、水蚀, 提高土壤肥力和抗旱能力的先进耕作技术^[1-2]。目前中国推广保护性耕作技术的难点是研制适宜性强的免耕播种机, 尤其是一年两熟地区的小麦免耕播种机具^[3]。由于一年两熟地区前茬作物多为玉米残茬覆盖, 玉米秸秆和杂草易缠绕在免耕播种机开沟器铲柄上造成堵塞, 使得机具通过性能差, 因此解决开沟器铲柄的秸秆堵塞问题是设计小麦免耕播种机具的关键^[4]。

免耕播种机防堵装置主要有被动式和主动式两种类型^[5-6]。被动式防堵装置如 Siemens^[7]设计的橡胶轮齿式秸秆残茬处理装置, 谷褐白等^[8]研制的曲面型分草器, 施森宝等^[9-10]开发的破茬铲+分草板、分草双圆盘等防堵装置。这些防堵装置结构简单, 在一定条件下具有较好的防堵效果, 但当地表秸秆覆盖量较大时, 秸秆易缠绕堵塞开沟器。主动式防堵装置如姚宗路等^[11]设计的对行免耕播种机, Sidhu 等^[12]介绍的 Happy seeder 和柴跃进^[13]设计的带状旋耕装置。这些防堵装置部分地解决了大秸秆覆盖地表免耕播种存在的秸秆堵塞问题, 但由于采用高速破

茬或旋耕作业, 对土壤破坏大, 消耗功率多。

因此, 针对中国一年两熟地区小麦免耕播种秸秆覆盖量大的特点, 结合主动式和被动式防堵装置的特点, 本文设计了小麦免耕播种机驱动圆盘式防堵单元体。防堵单元体设计完成后安装在小麦免耕播种机上在一年两熟区玉米秸秆覆盖地进行了田间性能试验。

1 驱动圆盘防堵装置构造与工作原理

1.1 整体构造

驱动圆盘式防堵装置三维示意图如图 1 所示, 该单元体主要由机架、变速箱、传动轴、皮带轮、驱动轴、联轴器和驱动圆盘防堵单元体等组成。其中驱动圆盘刀防堵单元体是该防堵装置的关键。

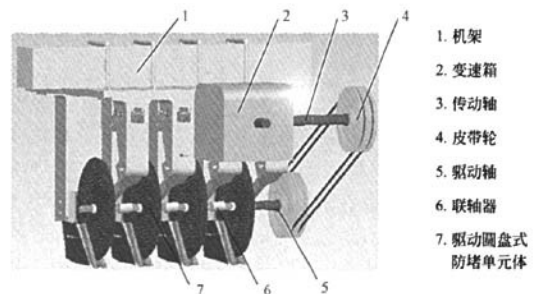


图 1 驱动圆盘防堵装置三维示意图

Fig.1 Three-dimensional schematic diagram of the driving disc of anti-blocking device

1.2 工作原理

机具作业中, 由拖拉机后输出轴提供动力给变速箱, 变速箱通过传动轴将动力传给皮带轮, 皮带轮带动驱动

收稿日期: 2009-03-30 修订日期: 2009-06-01

基金项目: 中—澳合作项目 (SMC/2002/094); 中国农业大学科研启动基金项目 (2007028)

作者简介: 张喜瑞 (1981—), 男, 山东临沂人, 博士生, 主要从事旱地农业保护性耕作机具的研究。北京 中国农业大学工学院, 100083。

Email: zhangxirui_999@sina.com

*通信作者: 李洪文 (1968—), 男, 江苏泗阳人, 教授, 博士生导师, 山东理工大学“泰山学者”特聘教授, 中国农业工程学会会员 (E041200280S), 主要从事保护性耕作、农业装备等研究工作。北京 中国农业大学工学院, 100083。Email: lhwen@cau.edu.cn

轴转动,从而带动破茬圆盘刀逆向高速运转(与机器前进方向一致)。破茬圆盘刀之间通过联轴器连接,4个平行四杆机构整体控制4个破茬圆盘刀的入土性,破茬圆盘刀不但能切断秸秆、切碎根茬,将地表以下8~10 cm的土壤疏松,开出沟槽,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,高速旋转的破茬圆盘刀能够及时清除堵塞,防止秸秆堵塞,便于施肥和播种。

2 驱动圆盘防堵单元体的设计

驱动圆盘防堵单元体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、固定板等组成。结构简图如图2所示。

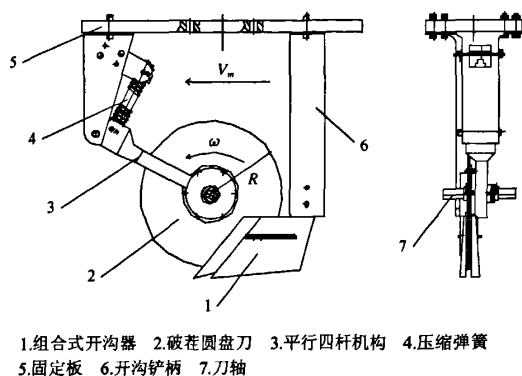


图2 驱动圆盘防堵单元体结构简图

Fig.2 Sketch of the driving disc of anti-blocking unit

2.1 破茬圆盘刀半径 R 和破茬深度 h

2.1.1 破茬圆盘刀半径 R

根据土槽试验对比分析^[14],选用平面圆盘刀进行破茬开沟。设计中,为有效防止刀轴过低缠草而发生堵塞,破茬圆盘刀的回转半径不能太小;但是随着回转半径的增大,刀盘与土壤的接触面积将会增加,从而增大阻力,使刀轴所受的扭矩和整体消耗的功率增加。综合免耕播种机的结构要求和田间通过性能,设计时取圆盘半径为 $R=245$ mm。

2.1.2 破茬深度 h

通过对中国一年两熟地区玉米根茬的随机取样,玉米根茬主要生长在0~10 cm深的土层内,主根在地下深度35 cm范围内根茬密集,根茬最大横截面处的深度为50~75 mm。土槽试验表明,破茬圆盘刀只需将主根茬切开,整个根茬便解体,开沟器即可以完成开沟播种。从而确定破茬开沟器破茬深度只要不小于最大根茬深度即可以保证破茬效果。因此设计圆盘刀破茬深度为 $h=75$ mm。

2.2 刀轴转速 n

圆盘刀在切削秸秆、根茬和土壤时,圆盘刀外圆上的点一方面绕刀轴轴线作圆周运动,一方面跟随整个机组作匀速直线运动,因而该点的运动轨迹是余摆线。设圆盘刀外圆上任一点 O 的坐标为 (x, y) , 则其运动

方程为

$$\begin{cases} x = v_m t + R \cos \omega t \\ y = R \sin \omega t \end{cases} \quad (1)$$

式中: R ——圆盘刀半径; v_m ——机组前进速度; ω ——圆盘刀自身角速度; t ——时间。

从而可以得到圆盘刀端点的绝对速度为

$$v_c = \sqrt{v_m^2 + R^2 \omega^2 - 2v_m R \omega \sin \omega t} \quad (2)$$

室内秸秆切割试验表明^[15],玉米根茬直径 $d=1.5 \sim 2.4$ cm,含水率10.2%~68.8%,根茬秸秆在有支撑情况下的临界切断速度为 $v=0.83 \sim 7.7$ m/s。由式(2)和机具前进速度为 $v_m=3 \sim 5$ km/h,得刀轴角速度 $\omega=22.6 \sim 33.5$ rad/s, $n=216 \sim 320$ r/min。

为了尽量减少机具功率消耗,同时保证圆盘刀的破茬能力,设计时刀轴的转速为320 r/min。

2.3 组合式开沟器

在驱动圆盘切断秸秆、根茬,为防止开沟器开沟铲柄处堵塞,设计了组合式开沟器,其三维示意图如图3所示。组合式开沟器主要由左开沟刃口、右开沟刃口、滑槽、开沟铲等组成,其中左、右开沟刃口厚度各为10 mm,通过内六角螺母固定在滑槽上,以便于调整与破茬圆盘刀的嵌入距离。机具作业中,当开沟铲柄前方出现秸秆、杂草等堵塞时,由于圆盘刀嵌入组合式开沟器之间,高速旋转的圆盘刀能够及时切断开沟铲柄前侧的秸秆、杂草,从而有效防止开沟铲柄前方堵塞。

设计中,开沟铲主要参数的选取是组合式开沟器设计的关键,开沟铲结构简图如图4所示。

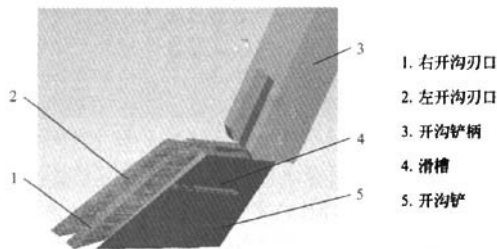


图3 组合式开沟器三维示意图

Fig.3 Three-dimensional schematic diagram of combined drill opener

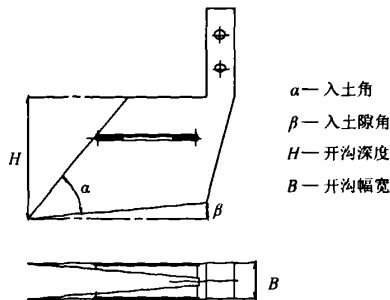


图4 开沟铲结构简图

Fig.4 Sketch of the furrowing blade

1) 入土角 α 和入土隙角 β

入土角 α 是开沟器工作面与开沟底面之间的夹角, 入土隙角 β 是开沟器底面与地面之间的夹角。为减少地表土壤扰动, 降低开沟器的前进阻力, 设计中选取入土角 α 为 37° , 入土隙角 β 为 8° 。

2) 开沟深度 H 和开沟幅宽 B

开沟深度 H 是开沟器入土的最大深度。由于免耕根茬地由于地表坚实, 且有大量的秸秆覆盖, 开沟深度过大会加大开沟阻力, 结合免耕施肥要求, 设计中选取开沟深度 H 为 12 cm。开沟幅宽 B 的选取将影响到土壤表层扰动量大小, 在保证种床发芽的前提下, 开沟幅宽越小, 土壤扰动量越小, 设计中选取开沟幅宽为 4 cm。

2.4 平行四杆机构

为增加驱动式破茬圆盘刀的入土性, 设计了平行四杆机构。通过调整平行四杆机构上的可调节弹簧, 可以调整平行四杆机构对破茬圆盘刀的配重, 从而保证破茬圆盘刀有效切断根茬。

选取圆盘刀进行力学分析 (不考虑地面对圆盘刀摩擦力), 其在 O 点受力分析示意图如图5所示。

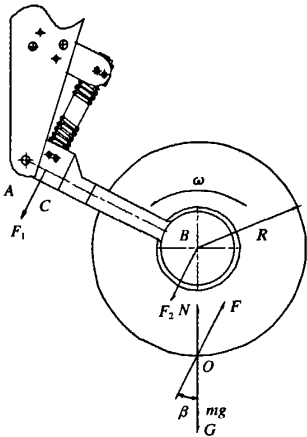


图5 破茬圆盘刀受力分析示意图

Fig.5 Sketch of the stress analysis for disc cutter

由受力平衡可得:

$$F \cos \beta + N = mg + G \quad (3)$$

对连杆 AB (不考虑自重), 由力矩平衡可得:

$$F_1 \cdot AC + F_2 \cdot AB = 0 \quad (4)$$

式中: F ——为连杆对圆盘刀的作用力, 大小与 F_2 相等; N ——为地面对圆盘刀的作用力; m ——圆盘刀质量; G ——防堵单元体对圆盘刀的作用力; β ——平行四杆与地面夹角, 取值 30° ; F_1 ——弹簧预紧力; F_2 ——连杆受到的作用力; AB ——连杆长度, 取值 400 mm; AC ——弹簧刀作用点 A 的距离, 取值 50 mm。

设计中, 调节弹簧力预 F_1 设为 1 000 N, 单个圆盘刀质量为 1.2 kg; 根据土槽试验^[16], 驱动式圆盘刀切断根茬的所需要的配重远小于被动式圆盘刀切断根茬所需要的配重, 选取防堵单体重为 1 029 N, 根据式 (3)、(4)

可得地面对圆盘刀的作用力 N 为 933 N。即切断根茬的最小圆盘力是 933 N。

3 田间试验与结果分析

驱动圆盘防堵单元体的设计完成后, 安装在小麦免耕播种机上构成驱动圆盘式小麦免耕播种机进行田间性能试验。

3.1 试验条件

2008 年 10 月, 在北京市大兴区采育镇青云店试验地进行田间试验。试验地为一年两熟免耕播种地, 前茬作物为玉米, 行距为 500 mm, 收获后秸秆粉碎还田。秸秆覆盖量为 3.76 kg/m^2 , 土壤质地为沙壤土, 土壤坚实度为 $1.89 \times 10^4 \text{ Pa}$; 土壤含水率为 13.2% (0~5 cm)、17.3% (5~10 cm)。机具配套动力为 20.6 kW。

3.2 试验方法

根据农业部农机试验鉴定总站制定的对小麦免耕播种机播种质量的检测指标, 播种性能试验测试内容包括常规的播种质量、种肥覆土状况、种肥间距等, 主要检验依据为《免耕播种机选型试验大纲》和小麦免耕播种机性能检测项目与检测方法。检测设备包括电子秤、土壤硬度计、游标卡尺、秒表及卷尺等。

1) 种肥深度测量

拖拉机以正常作业速度 3~5 km/h 播种后, 随机取 2 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。

2) 根茬切断率

播种后测量根茬的切断率。测量方法是播种后随机测量 10 个样点, 每个样点测量范围 1 m^2 , 测量播种带上切中根茬数量, 根茬的切断率

$$\rho = \frac{n}{N_1} \times 100\% \quad (5)$$

式中: ρ ——根茬切断率; n ——被切断根茬数量; N_1 ——播种带上切中根茬数量。

3) 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

$$\eta = \frac{D}{S} \times 100\% \quad (6)$$

式中: D ——实际的开沟宽度, mm; S ——播种行距, mm; η ——土壤扰动量, %。

4) 机具通过性

根据农业部农机试验鉴定总站的测试, 机具合格标准为“在刚收获的玉米地, 植被覆盖量为 $2.0 \sim 4.0 \text{ kg/m}^2$, 测区长度为 60 m, 往返两个行程, 不发生堵塞或者有一次轻度堵塞。”

3.3 试验结果与分析

3.3.1 种肥试验情况

驱动圆盘小麦免耕播种机田间试验种肥情况如表1所示。

表 1 驱动圆盘式小麦免耕播种机田间试验种肥结果
Table 1 Testing results for the performance of the driving disc no-tillage wheat planter

项 目	测试值/mm	合格率/%	变异系数/%
播种平均深度	46	86.2	12.5
施肥平均深度	87	91.4	10.2
种肥间距	45	88.6	8.9
开沟宽度	42	96.5	6.1

1) 试验结果显示: 播种平均深度为 46 mm, 施肥平均深度为 87 mm, 种肥间距为 45 mm, 符合免耕播种机播种的农艺要求, 这说明驱动圆盘式防堵单元体能够较好的完成机具的破茬、施肥、播种, 能够达到设计要求。

2) 由于采用驱动圆盘嵌入组合式开沟器开沟, 开沟过程中秸秆、杂草等能够有效切断推开, 回土效果好, 没有出现晾籽现象。

3) 田间试验表明, 在一年两熟区秸秆覆盖地机械播种试验, 机具往返作业 8 次, 开沟器铲柄前方秸秆、杂草得到及时清除, 机具没有发生堵塞现象。

3.3.2 根茬切断率、土壤扰动量对比试验

为比较驱动圆盘式小麦免耕播种机根茬切断率和土壤扰动量, 选择市场上常用的条带粉碎式小麦免耕播种机进行对比, 该机具采用动力驱动粉碎刀轴防堵。2 种防堵装置根茬切断率和土壤扰动量试验结果如表 2 所示。

表 2 2 种防堵装置根茬切断率和土壤扰动量对比
Table 2 Comparison of the stubble cut rate and the soil disturbance for two anti-blocking devices

项 目	根茬切断率/%	土壤扰动量/%
驱动圆盘式	92.1	8.4
条带粉碎式	82.8	20.4

试验结果表明, 驱动圆盘式小麦免耕播种机的平均根茬切断率为 92.1%, 土壤扰动量为 8.4%; 条带粉碎式小麦免耕播种机的平均根茬切断率为 82.8%, 土壤扰动量为 20.4%。与条带粉碎式小麦免耕播种机相比, 驱动圆盘式小麦免耕播种机的根茬切断率提高了 11.2%, 土壤扰动量降低了 58.8%。

3.3.3 作物生长对比

2009 年 3 月中旬(小麦出苗返青时), 分别选取驱动圆盘式小麦免耕播种机、条带粉碎式小麦免耕播种机和传统耕作的小麦耕层(0~20 cm)土壤含水量, 小麦根系生长情况进行监测对比。3 种返青期冬小麦土壤含水量、分蘖数和次生根情况见表 3 所示。

表 3 3 种返青期冬小麦土壤含水量、分蘖数和次生根数对比
Table 3 Comparison of soil moisture, tiller number and number of secondary root for three models at wheat green stage

项目	含水率(0~20 cm)/%	每棵小麦分蘖数	每棵小麦次生根数
驱动圆盘免耕	18.26	3.26	4.53
条带粉碎免耕	17.15	3.08	3.76
传统耕作	14.26	2.05	2.63

结果分析表明, 保护性耕作模式下的土壤含水量(0~20 cm)、分蘖数和次生根数明显好于传统耕作模式; 采用驱动圆盘防堵装置的含水率、分蘖数和次生根数要好于采用条带粉碎防堵装置。原因可能是驱动圆盘式破茬土壤扰动量小, 播种带土壤含水率蒸发小, 有利于冬小麦的根系生长; 而条带粉碎式破茬土壤扰动量大、播种带土壤含水率蒸发大, 不利于冬小麦的根系生长。

4 结 论

1) 驱动圆盘式防堵单元体配置在小麦免耕播种机上, 试验过程中种肥情况良好, 通过性能好, 没有出现堵塞, 符合农艺要求。

2) 采用驱动圆盘刀嵌入组合式开沟器联合防堵原理, 与条带粉碎式小麦免耕播种机相比, 驱动圆盘式小麦免耕播种机根茬切断率提高了 11.2%, 土壤扰动量减少了 58.8%。

3) 与条带粉碎式小麦免耕播种机相比, 采用驱动圆盘式小麦免耕播种机播种的小麦返青期土壤含水量高、分蘖数和次生根数多, 小麦长势良好。

[参 考 文 献]

- [1] 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)
- [2] 高焕文. 保护性耕作技术与机具[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 陈君达, 李洪文. 旱地玉米保护性机械化耕作技术和机具体系[J]. 中国农业大学学报, 1998, 3(4): 33—38.
Chen Junda, Li Hongwen. Technology and machinery system of mechanized conservation tillage for dryland maize[J]. Journal of China Agricultural University, 1998, 3(4): 33—38. (in Chinese with English abstract)
- [4] 施森宝, 胡鸿烈, 丁加明. 秸秆覆盖免耕法[J]. 农业工程学报, 1990, 6(3): 31—36.
Shi Senbao, Hu Honglie, Ding Jiaming. Mulch seeding with no tillage[J]. Transactions of the CSAE, 1990, 6(3): 31—36. (in Chinese with English abstract)
- [5] 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 CSAE, 2004, 20(1): 108—112. (in Chinese with English abstract)
- [6] 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 with English abstract)
- [7] Siemens J C, Weber J A, Thornburn T H. Mechanics of soil as influenced by tillage tools[J]. Transactions of ASAE,

- 1995, 8(1): 1-7.
- [8] 谷褐白, 张云文, 宋建农. “层流型”分草曲面用于覆盖免耕播种机的研究[J]. 农业机械学报, 1994, 25(1): 46-52.
- Gu Yebai, Zhang Yunwen, Song Jiannong. A study on “laminar flow splitter” as blockage proofing device for mulching no-tillage planters[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 1994, 25(1): 46-52. (in Chinese with English abstract)
- [9] 施森宝, 胡鸿烈, 丁加明, 等. 国产免耕覆盖播种机的研制与试验[J]. 北京农业大学学报, 1989, 15(3): 273-279.
- Shi Senbao, Hu Honglie, Ding Jiaming, et al. Developing and testing of the mulch seeder of home manufacture[J]. Journal of Beijing Agricultural University, 1989, 15(3): 273-279. (in Chinese with English abstract)
- [10] 施森宝, 胡鸿烈, 丁加明. 机械化吨粮田配套技术的研究[J]. 农业工程学报, 1992, 8(4): 34-40.
- Shi Senbao, Hu Honglie. Study on the high yield (15 t/hm²) with optimum mechanization[J]. Transactions of the CSAE, 1992, 8(4): 34-40. (in Chinese with English abstract)
- [11] 姚宗路, 高焕文, 王晓燕, 等. 小麦免耕播种机开沟器对作物生长的试验研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7): 117-121.
- Yao Zonglu, Gao huanwen, Wang Xiaoyan, et al. Effect of three furrow openers for no-till wheat seeder on crop growth performance[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(7): 117-121. (in Chinese with English abstract)
- [12] Sidhu H S, Manpreet-Singh, Humphreys E, et al. The happy seeder enables direct drilling of wheat into rice stubble[J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2007, 47: 844-854.
- [13] 柴跃进. 带状免耕覆盖播种机试验研究[J]. 中国农机化, 2004, (2): 39-40.
- Chai Yuejin. Test and research on cingulum zero tillage covering seeding-machine[J]. Chinese Agriculture Mechanization, 2004, (2): 39-40. (in Chinese with English abstract)
- [14] 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 with English abstract)
- [15] 王庆杰, 何进, 姚宗路, 等. 驱动圆盘玉米窄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)
- [16] 张云文. 驱动圆盘切茬器的试验研究[J]. 中国农业大学学报, 1994, 4(6): 30-40.
- Zhang Yunwen. Study on PTO driven disc cutter[J]. Journal of China Agricultural University, 1994, 4(6): 30-40. (in Chinese with English abstract)

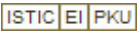
Design and experiment on the driving disc of anti-blocking unit for no-tillage planter

Zhang Xirui, He Jin, Li Hongwen*, Li Wenying, Li Hui

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

Abstract: According to the problem of straw blocking of no-tillage winter wheat planting in corn residue and weed-covered fields in annual double cropping areas of China, this paper put forward an anti-blocking method that the combined opener was adopted embedded with driving disc, and the driving disc anti-blocking unit was designed for no-tillage wheat planter. Furthermore, the key parameters were analyzed and determined. The field experiment showed that the driving disc unit was effective in solving straw blocking and ensuring the passing ability of no-tillage wheat planter. Compared with strip-chopping wheat no-tillage planter, the driving disc no-tillage wheat planter improved the stubble-cutting rate by 11.2% and decreased soil disturbance by 58.8%. Compared with the fields planted by strip-chopping and traditional planters, the fields planted by driving disc no-tillage wheat planter have the highest soil moisture in 0-20 cm depth and the greatest number of tiller and secondary root, indicating this new planter can meet the requirements of agronomy in two-crop a year regions effectively.

Key words: cultivation, agronomy, experiments, no-tillage planter

作者: 张喜瑞, 何进, 李洪文, 李问盈, 李慧, Zhang Xirui, He Jin, Li Hongwen, Li Wenying, Li Hui
作者单位: 中国农业大学工学院, 北京, 100083
刊名: 农业工程学报 
英文刊名: TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING
年, 卷(期): 2009, 25 (9)
被引用次数: 9次

参考文献(16条)

1. 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)
2. 高焕文 保护性耕作技术与机具 2004
3. 陈君达;李洪文 旱地玉米保护性机械化耕作技术和机具体系 1998 (04)
4. 施森宝;胡鸿烈;丁加明 秸秆覆盖免耕法[期刊论文]-[农业工程学报](#) 1990 (03)
5. 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)
6. 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)
7. Siemens J C;Weber J A;Thornburn T H Mechanics of soil as influenced by tillage tools 1995 (01)
8. 谷褐白;张云文;宋建农 “层流型”分草曲面用于覆盖免耕播种机的研究 1994 (01)
9. 施森宝;胡鸿烈;丁加明 国产免耕覆盖播种机的研制与试验 1989 (03)
10. 施森宝;胡鸿烈;丁加明 机械化吨粮田配套技术的研究[期刊论文]-[农业工程学报](#) 1992 (04)
11. 姚宗路;高焕文;王晓燕 小麦免耕播种机开沟器对作物生长的试验研究[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2007 (07)
12. Sidhu H S;Manpreet-Singh;Humphreys E The happy seeder enables direct drilling of wheat into rice stubble[外文期刊] 2007 (7)
13. 柴跃进 带状免耕覆盖播种机试验研究[期刊论文]-[中国农机化](#) 2004 (02)
14. 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
15. 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)
16. 张云文 驱动圆盘切茬器的试验研究[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 1994 (06)

本文读者也读过(10条)

1. 张喜瑞, 李洪文, 何进, 王庆杰, 张学敏, Zhang Xirui, Li Hongwen, He Jin, Wang Qingjie, Zhang Xuemin 小麦免耕播种机防堵装置性能对比试验[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2010, 41 (2)
2. 张喜瑞, 何进, 李洪文, 李问盈, Zhang Xirui, He Jin, Li Hongwen, Li Wenying 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)
3. 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 Wenying, 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)
4. 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)
5. 陈浩, 黄虎, 杨亚莉, 李洪文, Chen Hao, Huang Hu, Yang Yali, Li Hongwen 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, 40 (3)
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[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2004, 20 (1)
7. 姚宗路, 高焕文, 王晓燕, 李洪文, Yao Zonglu, Gao Huanwen, Wang Xiaoyan, Li Hongwen 小麦免耕播种机开沟器对作物生长的试验研究[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2007, 23 (7)
8. 姚宗路, 王晓燕, 高焕文, 李洪文, 李问盈, 张学敏, Yao Zonglu, Wang Xiaoyan, Gao Huanwen, Li Hongwen, Li

[Wenying. Zhang Xuemin 小麦免耕播种机种肥分施机构的改进与应用效果](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2007, 23(1)

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)

10. [张喜瑞. 李洪文. 仪坤秀. 何进. Zhang Xirui. Li Hongwen. Yi Kunxiu. He Jin 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, 31(7)

引证文献(11条)

1. [孙浩. 凌刚. 李洪文. 高晓丽. 姚国才 扫描间距对45钢激光熔凝强化组织性能的影响](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2011(2)

2. [卢彩云. 何进. 李洪文. 王庆杰. 张祥彩. 刘俊安 基于有支撑切割原理的免耕防堵装置有限元分析](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2013(z1)

3. [王庆杰. 何进. 李洪文. 卢彩云. Rabi G. Rasaily. 苏艳波 免耕播种机开沟防堵单元体设计与试验](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2012(1)

4. [车建壮. 于磊. 李其昀 双圆盘式小麦免耕播种机设计与试验研究](#)[期刊论文]-[山东理工大学学报: 自然科学版](#) 2011(6)

5. [陈学庚. 钟陆明 气吸式排种器带式种装置的设计与试验](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2012(22)

6. [卢彩云. 李洪文. 何进. 朱惠斌. 徐迪娟 小麦免耕播种机浮动支撑式防堵装置](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2013(12)

7. [张喜瑞. 李洪文. 何进. 王庆杰. 张学敏 小麦免耕播种机防堵装置性能对比试验](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2010(2)

8. [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)

9. [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)

10. [赵淑红. 蒋恩臣. 闫以勋. 杨悦乾. 田佰亮 小麦播种机开沟器双向平行四杆仿形机构的设计及运动仿真](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2013(14)

11. [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)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_nygcxb200909021.aspx