

主动圆盘防堵式小麦免耕播种机的设计研究

张喜瑞¹, 李洪文¹, 仪坤秀², 何进¹

(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 农业部农机鉴定总站, 北京 100079)

摘要: 研究设计了一种主动圆盘防堵式小麦免耕播种机。该播种机主要由组合式开沟器、圆盘刀、排种管、施肥管和镇压轮等组成。田间试验表明, 该播种机破茬防堵性能好, 解决了高覆盖量条件下直接播种小麦时播种机工作经常堵塞的问题。机具一次进地即可完成破茬、开沟施肥、播种、覆土、镇压等作业工序, 土壤扰动小, 作业质量满足农艺要求。

关键词: 保护性耕作; 防堵; 一年两熟; 免耕播种机; 冬小麦

中图分类号: S223.2*5

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2009)07-0053-03

0 引言

保护性耕作技术可以降低生产成本, 增加农民收入, 有利于提高资源利用率^[1]。小麦免耕播种机为适应在残茬覆盖地上工作, 要求其具有较强的防堵性能。目前, 国内外小麦免耕播种机的防堵装置主要有破(切)茬式和分草式。这些防堵装置在地面覆盖量较多时防堵效果较差, 尤其是在我国一年两熟区, 小麦收获后地表覆盖有大量麦秸, 现有的小麦免耕播种机工作时经常堵塞, 需要人工辅助排堵, 作业效率低, 作业质量不好^[2-4]。

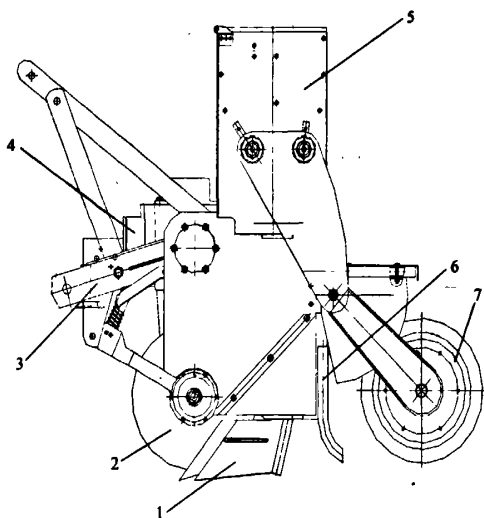
针对现有小麦免耕播种机防堵装置存在的问题, 研究设计了主动圆盘防堵式小麦免耕播种机。该机采用圆盘刀切茬、嵌入开沟器防堵、种肥分施等优点, 适用于保护性耕作体系作业。

1 整体结构及主要技术参数

1.1 整体机构

主动圆盘防堵式小麦免耕播种机为悬挂式, 其整机结构简图, 如图1所示。机具与拖拉机三点悬挂, 配套动力为铁牛-654轮式拖拉机。播种作业时, 通过万向节将动力传给变速箱, 通过变速箱侧边的一对大链轮将动力传递给驱动轴, 驱动轴带动圆盘刀逆向高速运转, 破茬切开土壤。配合开沟器组合体, 从而

有效清除开沟器开沟时前侧的壅土、碎秸秆和杂草, 起到防堵的作用。开沟器直接进行开沟并施肥, 实行种肥同沟垂直分施; 镇压轮进行覆土镇压。该机进地一次可完成切茬、施肥、播种、覆土和镇压等作业。



1. 组合式开沟器 2. 圆盘刀 3. 机架
4. 变速箱 5. 种肥箱 6. 排种管 7. 镇压轮

图1 主动圆盘防堵式小麦免耕播种机的结构简图

Fig.1 Structure of disk cutter with power type of wheat no-till planter

1.2 工作技术参数

主动圆盘防堵式小麦免耕播种机主要技术参数:

外形尺寸(长×宽×高)/mm: 1 400×1 150×750

行距/mm: 200~300

配套动力/kW: 43

工作幅宽/mm: 1 200

排种器形式: 外槽轮式

排肥器形式: 外槽轮式

覆土器形式: 双橡胶盘式

收稿日期: 2008-11-02

基金项目: 中国农业大学科研启动基金项目(2007028)

作者简介: 张喜瑞(1981-), 男, 山东苍山人, 博士生, (E-mail) zhangxirui_999@sina.com。

通讯作者: 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, (E-mail) lhwen@cau.edu.cn。

播种行距/行:6

开沟器开沟深度/mm:80~100

作业速度/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$:2.48~5

2 关键部件的设计

2.1 圆盘刀的设计

2.1.1 圆盘刀的直径

考虑到加工制造容易,本播种机圆盘刀采用全缘圆盘刀。全缘圆盘刀工作时只是对根茬部分进行了切断,并不是把所有的根茬切碎和同时翻动附近土壤,所以切断根茬的动土量较少,开沟宽度范围内土壤被松碎。

圆盘刀的半径 R_0 可以根据式(1)确定,即

$$R_0 = h + R_1 + J \quad (1)$$

式中 R_0 —圆盘刀的半径;

R_1 —驱动刀轴的半径;

h —圆盘刀入土深度;

J —驱动刀轴的离地间隙。

全缘圆盘入土深度 h 已确定为 100mm,驱动刀轴强度和刚度要求确定驱动刀轴半径 R_1 为 30mm,驱动刀轴的离地间隙 J 确定为 100~120mm,所以本机的 R_0 确定为 240mm,即圆盘刀的直径 D 为 480mm。

2.1.2 圆盘刀的转速

作业时,全缘圆盘刀驱动破茬,在作业过程中,圆盘刀刀轴由拖拉机提供动力带动正向旋转,在机具重力和牵引力的作用下入土,首先将覆盖地表的玉米根茬压向地表,在地表的支撑下进行切割,由于有支承切割对切刀的速度要求较低,切断效果好,因此刀轴转速将低于 $500\text{r}/\text{min}$ ^[6]。

圆盘刀的转速可以根据式(2)和(3)确定,即

$$v_q = \sqrt{v^2 + R_0^2 \omega^2 - 2vR_0 \omega \sin \omega t} \quad (2)$$

$$n = 30\omega/\pi \quad (3)$$

式中 R_0 —圆盘刀的半径;

v_q —根茬的临界切断速度;

v —机组前进速度;

ω —刀轴角速度;

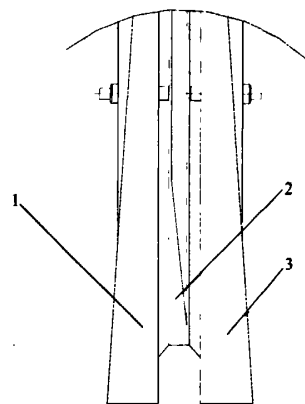
n —圆盘刀的转速。

由圆盘刀的半径 R_0 为 480mm,根茬的临界切断速度 $v_q = 0.83 \sim 7.7 \text{ m/s}$ 以及机具前进的速度为 $2.48 \sim 5 \text{ km/h}$,可以得到圆盘刀的转速 $n = 265 \sim 430 \text{ r/min}$ 。

考虑到机具功能消耗,同时保证圆盘刀的破茬能力,设计圆盘刀的转速为 $n = 360 \text{ r/min}$ 。

2.2 组合式开沟器的设计

免耕播种作业中,开沟器对保证播种质量、降低拖拉机的动力消耗、提高作物出苗质量以及作物生长等有非常大的影响。结合国内免耕播种机开沟器的现状,设计中选用尖角型开沟器。尖角型开沟器易入土、回土性能好、不易搅混土层,目前我国小麦免耕播种机上已进行了大量应用。为实现圆盘刀嵌入开沟器中,将开沟器设计成组合式。组合式开沟器主要左开沟器铲尖、右开沟器铲尖和开沟器座组成,其结构简图如图2所示。



1. 左开沟器铲尖 2. 开沟器铲柄 3. 右开沟器铲尖

图2 组合式开沟器结构简图

Fig.2 Structure of combined drill opener

左、右开沟器铲尖通过螺栓固定在开沟器座上,可以左右相对于滑槽移动,从而调整与圆盘刀的嵌入距离。设计中选取左右开沟器铲尖之间的距离 20mm,开沟器铲尖与地面的人土角为 15° 。

2.3 种肥分施的设计

种肥分施的方式有两种:侧分施和垂直分层施肥^[7-8]。从播种、施肥过程中对土壤的扰动后果来看,侧施肥必然实行两次开沟或宽开沟使种肥分别落在不同位置上,势必增加地表的破碎程度,影响免耕播种机的通过性。而垂直分施方法,只需 1 次开沟,对地表破坏量较小,种肥开沟器在一条直线上,提高播种机的通过性性能,因此本机采用垂直分施,其结构简图如图3所示。

2.3.1 种肥间距的 H 确定

种肥垂直分施是否会造成烧苗的主要因素是化肥类型、化肥用量的多少和种肥间距的大小。通过对不同化肥用量、不同种肥间距对冬小麦出苗和小麦长势的影响研究,结果表明在一般施肥条件下,种、肥间距应控制在 30mm 以上,并且不是越大越好。本设计中,种肥间距 H 确定为 40mm。

2.3.2 种肥管间距 L

施肥开沟器开出种沟,肥料落入沟底,除了被开

沟器推、翻到两边的土壤在开沟器经过后,在自身重力的作用下开始回落外,驱动圆盘刀抛出的土壤也要回落。影响土壤回落的时间因素较多,为了保证种肥间距在 30mm 以上,种肥管间距 L 应在 250mm 左右。所以取种肥管间距 L 为 250mm。

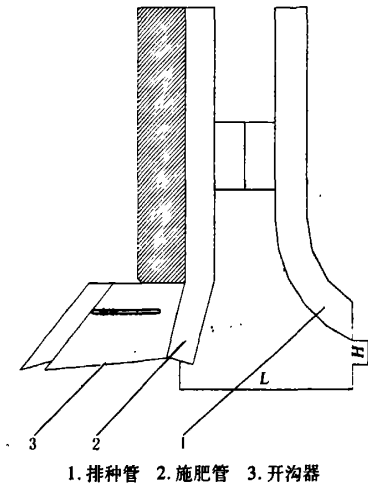


图 3 种肥分施装置
Fig. 3 Device of seeder - metering and fertilizer

3 田间试验与结果

3.1 试验条件

在完成主动圆盘防堵式小麦免耕播种机设计后,进行了田间播种试验。

试验在北京市大兴区黄村开发区进行,主要测试主动圆盘开沟防堵效果以及播种后种子、肥料覆土效果。试验地条件为:玉米收获后秸秆粉碎,秸秆覆盖率 92%。玉米留茬在地表以上为 3~4cm,玉米根茬深 7~9cm,根茬茎秆部分直径平均为 2.3cm,秸秆根茬含水率为 47%,播种量为 240kg/hm²,配套动力为铁牛-654 轮式拖拉机。拖拉机可以正常作业速度 (2.48~5km/h) 播种。试验地土壤类型为壤土,在 0~10cm 的土层内土壤平均含水量为 14.7%,土壤坚实度平均 2.35MPa。

3.2 试验结果与分析

播后种子、肥料覆土深度测定如表 1 所示。

- 1) 机具在作业过程中,开沟器前方没有发生堵塞现象,通过性较好。
- 2) 作业中种子覆土深度在 4~5cm,肥料的覆土深度在 8~9cm,种肥深度相差 3~5cm。机具工作过程中,播种平稳,播种机能够正常工作。播种质量完全满足免耕施肥播种的农艺要求。
- 3) 从表 1 中可以看出,种深的变异系数明显比

肥深的变异系数大,其原因是:肥料直接落入沟底,施肥深度与开沟深度单因素有关,但播种时,播深同时要受开沟深度和落种前回土量双因素的影响,尤其是免耕地开沟后土块大小不均,影响回土量。

表 1 样机试验结果
Tab. 1 Experimental performance results of the sample machine

项目	平均播深 /cm	合格率 /%	标准差 /cm	变异系数 /%
种子	4.2	92.7	1.163	10.2
肥料	8.6	87.5	1.108	6.7
种肥间距	4.4	95.2	1.152	11.5

4) 本播种机的开沟器采用组合式尖角开沟器,能开出 8~9cm 深的种肥沟,在查苗过程中没有发现有晾籽情况。

4 结论

主动圆盘防堵式小麦免耕播种机通过设计主动式防堵圆盘刀,并嵌入开沟器中,有效清除开沟器开沟时前侧的壅土、碎秸秆和杂草,明显地改善了开沟器前拥土堵塞问题,防堵性能好,土壤扰动小,作业质量满足农艺要求。该机能够一次完成根茬破碎、开沟、施肥、播种、覆土、镇压等联合作业,减少了投入成本,降低了能耗,减少了作业工序,对一年两熟地区增产、增收、抢农时以及提高机械化作业水平效果比较明显。

参考文献:

- [1] 高焕文. 保护性耕作技术与机具[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 30~101.
- [2] 张云文. 驱动圆盘切茬器的研究[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(6): 38~40.
- [3] 张晋国, 高焕文. 免耕播种机新型防堵装置的研究[J]. 农业机械学报, 2000, 31(4): 33~35.
- [4] 姚宗路, 王晓燕, 李洪文, 等. 2BMD-12 型小麦对行免耕施肥播种机改进与试验研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 9(5): 46~51.
- [5] Ebresenbet G, Johnson H. Performance of Seed drill Coulters inrelation to Speed, Depth and rake angles[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1992, 52(2): 121~145.
- [6] 蒋金琳, 高焕文. 免耕播种机播种带玉米根茬处理装置研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 129~131.
- [7] 姚宗路, 王晓燕, 李洪文, 等. 2BMD-12 型小麦对行免耕施肥播种机改进与试验研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 46~51.
- [8] 陈君达, 李洪文, 高焕文. 玉米免耕整秆覆盖播种技术及机具试验研究[J]. 干旱地区农业研究, 1994(3): 95~100.

(下转第 58 页)

The Contrast and Analysis between Two Openers on the No - tillage Soil

Liu Yucheng, Liu Lijing, Di Mingli

(Modern Agricultural Equipment Technology Co. , Ltd, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to provide the bases for users how to choose type of planters that they want to get, some contrast and analysis are made between the two type of the disc furrow openers' working principle and forces. Suited conditions of the plane disc and the wavy disc openers are educed. The results show that plane disc opener has a good ability of cutting off straw and stubble, better capacity of entering soil, and suitable for some hard soil. The wider ditch bed is formed by wavy disc opener. And wavy disc opener is suitable for drilling crop on the field with straw covering thin and soil texture loosened.

Key words: no - till furrow opener; plate coulter disc; wavy coulter disc

(上接第 52 页)

Abstract ID:1003 - 188X(2009)07 - 0050 - EA

Study on Technology of Cutting Weeding under Conservation Tillage Mode

Yang Baoling, Wang Qingjie, Qiu Yuguang, Li Hongwen

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

Abstract: After 10 years' efforts, conservation tillage technology has developed by leaps and bounds. The weeding technology under conservation tillage mode has also been a corresponding development on a certain extent. By analyzing the research status of mechanical weeding and chemical weeding under conservation tillage mode at home and abroad, put forward relevant proposals in accordance with Chinese actual conditions.

Key words: conservation tillage; cutting weeding; situation; development trends

(上接第 55 页)

Abstract ID:1003 - 188X(2009)07 - 0053 - EA

Experiment and Design on Disk Cutter with Power Type of Wheat No - till Planter

Zhang Xirui¹, Li Hongwen¹, Yi Kunxiu², He Jin¹

(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China; 2. Farm Mechanization Promotion Station of Ministry of Agriculture, Beijing 100079, China)

Abstract: A new disk cutter with power type of wheat no - till planter was designed. The planter primarily consisted by drill opener, disk cutter, seeder - metering device, fertilizer placement tube and pressure roller. Field experiments showed high performance of residue cutting and anti - blocking, and solved the mulched straw is longer and thicker where the winter wheat gives a high yield and thick straw cover. The planter can complete residue cutting, furrow opening, fertilizing, planting, soil covering, firming in one pass. The soil disturbance was slightly and the planting quality satisfies the agronomy requirement.

Key words: conservation tillage; anti - blocking; double cropping; no tillage drill; winter wheat

主动圆盘防堵式小麦免耕播种机的设计研究

作者: [张喜瑞](#), [李洪文](#), [仪坤秀](#), [何进](#), [Zhang Xirui](#), [Li Hongwen](#), [Yi Kunxiu](#), [He Jin](#)
作者单位: [张喜瑞, 李洪文, 何进, Zhang Xirui, Li Hongwen, He Jin \(中国农业大学, 工学院, 北京, 100083\)](#), [仪坤秀, Yi Kunxiu \(农业部, 农机鉴定总站, 北京, 100079\)](#)
刊名: [农机化研究](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF AGRICULTURAL MECHANIZATION RESEARCH](#)
年, 卷(期): 2009, 31(7)
被引用次数: 1次

参考文献(8条)

1. [高焕文](#) [保护性耕作技术与机具](#) 2004
2. [张云文](#) [驱动圆盘切茬器的研究](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 1999(06)
3. [张晋国](#); [高焕文](#) [免耕播种机新型防堵装置的研究](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2000(04)
4. [姚宗路](#); [王晓燕](#); [李洪文](#) [2BMD-12型小麦对行免耕施肥播种机改进与试验研究](#)[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#) 2005(05)
5. [Ebresenbet G](#); [Johmson H](#) [Performance of Seed drill Coulters inrelation to Speed, Depth and rake angles](#)[外文期刊] 1992(02)
6. [蒋金琳](#); [高焕文](#) [免耕播种机播种带玉米根茬处理装置研究](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2004(02)
7. [姚宗路](#); [王晓燕](#); [李洪文](#) [2BMD-12型小麦对行免耕施肥播种机改进与试验研究](#)[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#) 2005(05)
8. [陈君达](#); [李洪文](#); [高焕文](#) [玉米免耕整秆覆盖播种技术及机具试验研究](#) 1994(03)

本文读者也读过(10条)

1. [高焕文](#). [李洪文](#). [姚宗路](#). [Gao Huanwen](#). [Li Hongwen](#). [Yao Zonglu](#) [轻型高防堵性能免耕播种机研究](#)[期刊论文]-[中国工程科学](#)2007, 9(9)
2. [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)
3. [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)
4. [孙伟](#) [打穴式免耕播种机的研究](#)[学位论文]2006
5. [王庆杰](#). [李洪文](#). [何进](#). [李问盈](#). [张喜瑞](#). [蔡国华](#). [Wang Qingjie](#). [Li Hongwen](#). [He Jin](#). [Li Wenying](#). [Zhang Xirui](#). [Cai Guohua](#) [并列组合式种肥分施防堵装置的设计与试验](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2008, 39(12)
6. [王宏立](#). [张祖立](#). [张伟](#). [王红霞](#). [WANG Hong-li](#). [ZHANG Zu-li](#). [ZHANG Wei](#). [WANG Hong-xia](#) [机械化保护性耕作免耕播种机的研究现状及发展趋势](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2006(10)
7. [王庆杰](#). [李洪文](#). [徐迪娟](#). [张喜瑞](#). [于丽颖](#). [WANG Qing-jie](#). [LI Hong-wen](#). [XU Di-juan](#). [ZHANG Xi-rui](#). [YU Li-ying](#) [新型玉米垄作免耕播种机的研究与试验](#)[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#)2008, 26(6)
8. [赵旭](#). [张祖立](#). [白红春](#). [张国梁](#). [张旭东](#). [Zhao Xu](#). [Zhang Zuli](#). [Bai Hongchun](#). [Zhang Guoliang](#). [Zhang Xudong](#) [一种新型玉米免耕破茬防堵装置](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31(6)
9. [安凤秀](#). [孟宪章](#). [王雪莲](#). [刘庆福](#). [AN Feng-xiu](#). [MENG Xian-zhang](#). [WANG Xue-lian](#). [LIU Qing-fu](#) [玉米免耕播种机免耕播种试验研究](#)[期刊论文]-[吉林农业大学学报](#)2008, 30(6)
10. [李太伟](#). [李洪文](#). [何进](#). [LI Tai-wei](#). [LI Hong-wen](#). [HE Jin](#) [2BMF-5固定垄小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2008(10)

引证文献(1条)

1. [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)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_njhyj200907015.aspx