

固定道垄作小麦玉米两用免耕播种机的研制

罗红旗 高焕文 姚宗路 邱英良

(中国农业大学 工学院, 北京 100083)

摘要 针对固定道垄作保护性耕作技术推广中缺乏合适播种机具的问题,研制了固定道垄作小麦玉米两用免耕播种机。与之配套的拖拉机轮胎和机具地轮均在垄沟中行走,不压实播种带;播种作业时避开根茬,减少机具的堵塞,同时节省功耗;利用修垄装置对原垄进行修复,修复后松散的垄沿及播种带用组合镇压器镇压。通过调整、更换部分部件可以实现小麦、玉米两用播种。田间试验表明:避茬率达92%以上,对行性能好;修垄圆盘前进偏角为20°~45°时修复效果较好;所播种的小麦苗齐苗壮。该播种机可一次性完成施肥、播种、修垄、镇压等作业,满足在原垄上进行避茬免耕播种的生产要求。

关键词 固定道垄作保护性耕作;播种机;修垄装置;组合镇压器;避茬

中图分类号 S 223.24

文章编号 1007-4333(2006)03-0083-05

文献标识码 A

Study on permanent raised bed planter

Luo Hongqi, Gao Huanwen, Yao Zonglu, Di Yingliang

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

Abstract The lack of appropriate planter is the main cause of the limitation of the development of Permanent Raised Bed (PRB) technology. A PRB planter was developed according to the agricultural requirement of mulching with high maize stubbles or whole wheat straw. The wheels of tractor and planter walk in the furrows, which don't compact planting zones, and can shear off the stubbles to avoid blocking and save energy. Reshaping devices were designed to reshape the former beds; while the combined press roller can be used to press the bedsides and the planting zones. Through replacing some components, the PRB planter fits to plant wheat and maize both. The field tests show that the ability of sheering off stubbles is good and the rate is about 92%; the effect of reshaping beds is satisfied when the drift angle locates between 20° and 45°. It can complete fertilizing, seeding, reshaping and pressing operations, and can even shear off the stubbles on the permanent raised beds to meet the requirements of no-tillage.

Key words PRB; planter; reshaping device; combined press roller; sheering off stubbles

固定道垄作保护性耕作技术是将固定道作业技术、垄作技术以及保护性耕作技术相结合的一门高新技术,其主要特点是:使用秸秆覆盖还田技术,防止水蚀、风蚀,改善土壤结构;机器进行田间作业时,要求拖拉机轮胎与机具地轮均在固定垄沟里行走,作物生长带因为没有机器压实,不需要每年耕翻或深松即可保持良好的作物生长环境^[1-2];永久保持垄形,只对垄台进行修复。与传统耕作相比,使用该技术可以减少工序,播种小麦能够降低作业成本

25%~35%^[3],同时能够增强作业准确性,便于对行作业。目前我国固定道垄作免耕技术推广的主要限制因素是缺乏合适的作业机具,特别是合适的播种机具。

保护性耕作技术中,需要在有根茬的未耕地上实施免耕播种,为保证播种质量,必须对根茬进行有效处理,特别是玉米根茬地免耕播种小麦。国外的固定道垄作免耕播种机以大中型为主,体积和质量大,主要通过自重驱使根茬处理装置进行破茬。目

收稿日期:2006-01-18

基金项目:国际粮农组织“挑战计划——黄河流域旱农地区保护性耕作项目(CPWFYRB200508)”

作者简介:罗红旗,博士研究生;高焕文,教授,博士生导师,主要从事农业装备及计算机测控、旱地可持续农业机械化等研究,

E-mail:ghwbgs@cau.edu.cn

前,我国主要使用的是中小型播种机,采用被动式根茬处理装置时,依靠播种机自重难以入土,根茬处理效果差,甚至不能进行有效作业。现行的其他根茬处理方法,都各自存在不同的问题,如动力消耗大、跑墒严重、机具堵塞等^[4]。笔者基于对行作业可使开沟器等部件避开根茬的思路,拟研制一种新型的固定道垄作小麦、玉米两用免耕播种机,利用垄沟对拖拉机进行导向,实现避开根茬播种的目的。

1 固定道垄作免耕技术及机具设计思路

所研制的固定道垄作免耕播种机针对的农艺条件为:一年两熟地区,玉米留高茬、小麦秸秆全量还田,在垄台上播种6行小麦或2行玉米。垄距1350 mm、垄顶宽度950 mm。为了实现避茬播种,垄台上的小麦行距实行窄行布置,中间有玉米根茬的小麦行距为180 mm,其他小麦行距为150 mm;垄台上的玉米行距为630 mm,垄台之间的玉米行距为720 mm。垄形及作物在垄上行距布置见图1。

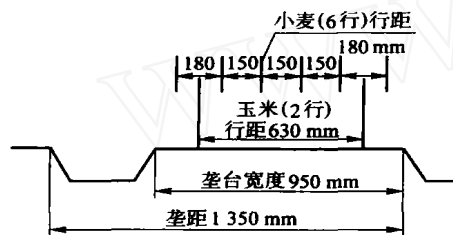


图1 垄形及作物在垄上行距布置示意图

Fig. 1 Measurement of ridge shape and row space disposal

据测试,一年两熟地区玉米根茬的主根直径平均为18.7 mm,同行玉米植株的直线度偏差约20 mm^[5]。根据图1可知,即使把玉米根茬所在行的小麦行宽放大到180 mm,小麦开沟器与玉米根茬间的理论中心距也仅为90 mm。考虑到开沟器开沟的幅宽以及玉米须根的影响,驾驶员的行驶偏差只允

许在40 mm以内,如超出这个范围,开沟器则容易碰到根茬,导致机具堵塞或严重影响播种质量。对于平地作业体系,即使经验丰富的驾驶员精力高度集中,也很难实现对行避茬播种;而固定道垄作免耕技术中,当垄距与拖拉机轮距匹配时,可以依靠垄沟对拖拉机进行准确导向,从而实现避茬作业。

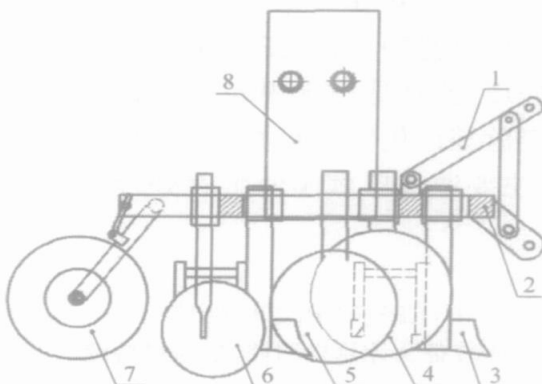
所设计的播种机要求在大垄上进行避茬免耕播种,考虑到在上茬作物的种植过程中,由于人工、机器作业以及风吹雨淋会对原垄有所破坏,为确保播种质量,必须对大垄进行修复,因而需要设计合适的修垄装置;垄形修复后,垄沿的土壤比较松散,也需要设计合适的组合镇压器,以同时镇压播种带和垄沿,解决修复后垄沿土壤容易落入垄沟的问题。

根据设计要求,修垄装置、地轮、种肥箱总成和机架等在播种玉米和小麦时可以共同使用;但开沟器需要针对不同的播种作物进行调整;小麦、玉米组合镇压器需要更换;排种器选用玉米、小麦两用外槽轮式,针对这2种作物进行相应的调节;播种玉米时,由于小麦秸秆全量还田,覆盖量大,播种带上的小麦秸秆容易挂在开沟器上,造成堵塞,因此需要安装小麦秸秆处理装置。

2 固定道垄作免耕播种机设计

2.1 整机结构及基本参数

研制的固定道垄作免耕播种机(图2)为悬挂式,机架布置3根横梁,地轮通过链轮传动驱动排种(肥)器工作。播种小麦时,开沟器错开布置在中间梁及后梁上,一次性完成施肥、播种、修垄及镇压;播种玉米时,连接在机架中间横梁上的秸秆处理装置能够对播种带上的小麦秸秆及杂草进行处理,安装在后梁的2个开沟器完成2行玉米的施肥和播种,修垄装置和组合镇压器进行修垄、镇压垄沿及播种带。固定道垄作免耕播种机主要参数见表1。



1. 悬挂架; 2. 机架; 3. 开沟器; 4. 秸秆处理装置;
5. 地轮; 6. 修垄装置; 7. 组合镇压器; 8. 种肥箱

图2 固定道垄作免耕播种机结构简图

Fig. 2 Structure of permanent raised bed planter

表 1 固定道垄作免耕播种机主要技术参数

Table 1 Main parameters of permanent raised bed planter

指 标	参 数 值	指 标	参 数 值	
			小麦	玉米
长 ×宽 ×高/ mm	1 730 ×1 724 ×1 430	播种深度/ mm	30 ~ 50	40 ~ 60
机具质量/ kg	335	垄上行距/ mm	180 和 150	630
施肥深度/ mm	80 ~ 100	播种行数	6	2
工作效率/ (hm ² / h)	0.27 ~ 0.53	最大播种量/ (kg/ hm ²)	450	75
		最大施肥量/ (kg/ hm ²)	750	

注：排肥器型式为外槽轮式；排种器型式为小麦玉米两用外槽轮式；配套拖拉机为上海 50。

2.2 主要部件设计

1) 秸秆处理装置。播种玉米时为防止播种带上的小麦秸秆挂在开沟器上而造成堵塞,需要安装小麦秸秆处理装置。秸秆处理装置安装在开沟器的前面。本机选用圆盘刀结构设计秸秆处理装置。圆盘刀入土深度以 50 ~ 100 mm 为宜,自磨刃平面圆盘,直径 460 mm,并且设计为浮动结构,减少圆盘刀的意外损伤。

2) 开沟器。按农艺要求,选用窄翼型尖角式开沟器,破土幅宽 30 ~ 40 mm;实行种肥垂直分施(先施肥,后播种)。为达到避茬播种的目的,开沟器的安装要适应各行距要求,播种小麦时开沟器错开分布在中间与后面 2 根横梁上(图 3)。增大同一横梁上相邻开沟器之间的横向间距,可减少堵塞。播种玉米时两开沟器安装在后梁上,两开沟器的中心距与垄上玉米行距相对应,位于切草装置正后方。

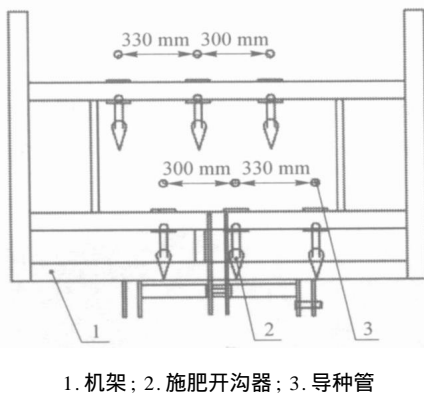


图 3 播种小麦时开沟器在机架上的布局
Fig. 3 Arrangement of openers on frame during wheat planting

3) 修垄装置。为实现原垄免耕播种,必须设计相应的修垄装置。保护性耕作地有秸秆覆盖,而圆

盘的越障和通过性能强,不易被杂草、秸秆堵塞;且圆盘是滚动前进,与土壤摩擦力阻力小,因此修垄装置设计成圆盘式结构。

修垄圆盘的工作性能类似圆盘耙,要求其有一定的切土、碎土、翻土能力。参照圆盘耙片的经验公式确定圆盘直径等参数^[6]。按照农艺要求,修垄装置只是对有所破坏的垄进行适当修复,选用圆盘直径为 350 mm,圆盘厚度 3.5 mm,圆盘刃口厚度 0.5 mm,圆盘片曲率半径为 380 mm^[6]。圆盘前进偏角是圆盘平面水平直径与前进方向的夹角,对修垄装置的工作性能有重要影响:过小,圆盘不易入土,且翻土能力差,因而不能满足修垄要求;在一定范围内,的增大,使圆盘的入土、推土、铲草、翻土作用均增强,但角过大使工作阻力增加并容易堵塞^[6-7]。本播种机上的修垄装置连接柄采用圆钢管结构,通过压紧套的作用,用紧定螺钉使连接柄与固接器固定在一起,容易实现修垄装置的上下位置及前进偏角的调整。修垄装置结构见图 4。

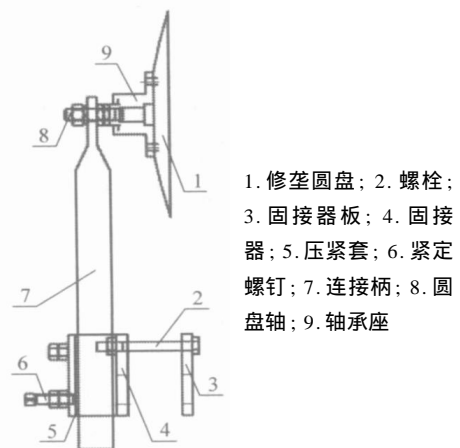


图 4 修垄装置结构简图

Fig. 4 Structure of reshaping device

4) 组合镇压器。小麦组合镇压器由镇压轮轴、压实轮、间隔管和小麦镇压轮组成(图5(a))。作业时,压实轮沿垄沟行走,紧靠垄沿的圆弧段在滚动过程中对垄沿起镇压作用;播种带依靠小麦镇压轮上的圆环结构来实现镇压;间隔管部位对应的是玉米根茬带,由于玉米根茬地表0~50 mm高的突起部

位较为结实,容易抬升组合镇压器,降低镇压效果,因而使用间隔管在根茬带开缺口,缺口高度为70 mm,以减弱玉米根茬的抬升作用。

将小麦组合镇压器的镇压轮和间隔管更换为玉米镇压轮(图5(b))即为玉米组合镇压器。

通过调节组合镇压器拉杆上的镇压力调节转

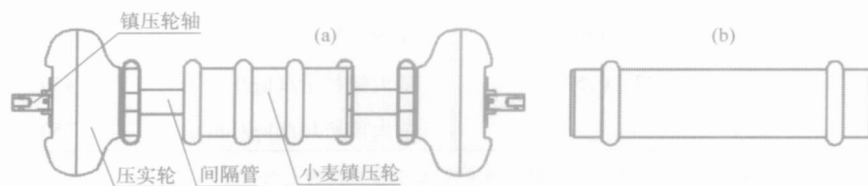


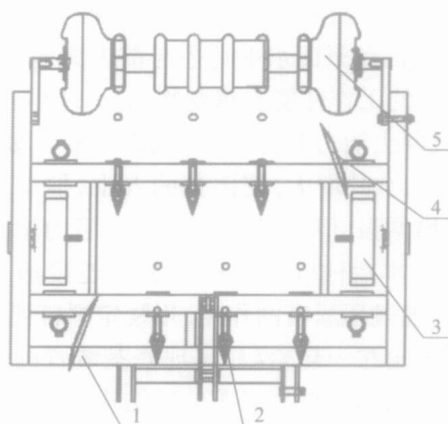
图5 小麦组合镇压器(a)及玉米镇压轮(b)结构示意图

Fig. 5 Structure of combined press roller for wheat (a) and press cylinder for maize (b)

轴,可以调节镇压力的大小。另外组合镇压器的连接装置可与机架成为固定连接,没有抬升空间,使得其碰上根茬时不会抬升,间隔管滚动压过根茬。

5) 播种机装配。图6为播种小麦时各主要部件在机架上的安装位置。开沟器错开安装在两根横梁上,修垄装置安装在机架对角的位置,避免因其与开

沟器的间距过小而导致的壅土现象。播种玉米时,在小麦免耕播种机的基础上卸下4个开沟器,即把中间梁上的开沟器都卸下,在后梁上留下2个开沟器;在中间梁上增加秸秆处理装置;更换组合镇压器的中间部分。



1. 机架; 2. 开沟器; 3. 行走轮; 4. 修垄装置; 5. 组合镇压器

图6 固定道垄作免耕播种机播种小麦装配图

Fig. 6 Fixing sketch of permanent raised bed planter

3 田间试验

以玉米根茬地播种小麦进行免耕播种机性能试验。地点位于北京市大兴区朱庄,沙壤土,使用铁牛654拖拉机驱动,试验中圆盘前进偏角为 20° ~ 45° 时翻土修垄效果好,小于 20° 时起土能力差,不能满足修垄要求,大于 45° 时圆盘容易壅土造成堵塞;通过测试镇压前后垄形尺寸可知,组合镇压器能够对垄沿及播种带进行有效镇压;当垄体比较规范,拖拉机沿垄沟前进时,避茬率达到92%以上。图7示出播种小麦后的地表状况,绝大部分根茬依然原地未动,避茬效果明显;但播后发现靠近垄边的小麦行出苗不理想,分析其原因主要是拖拉机的轮距与垄距

不匹配,播种时拖拉机轮胎容易把已播好的前一条垄的一边垄沿压塌,从而影响沟边小麦行的出苗。



图7 玉米根茬地播后地表状况

Fig. 7 Maize stubble field state after planted

大田生产试验在山东潍北农场试验地进行,试验地为黏壤土,前茬作物为玉米。上海50拖拉机驱动配套的起垄机、固定道垄作免耕播种机作业(播种面积约2 hm²),拖拉机前后轮距与垄距相匹配,垄沟规范、平直,符合要求;播种直线性较好;小麦苗齐苗壮(图8)。综上,该机播种质量满足生产要求。



图8 玉米根茬地中小麦的出苗状况

Fig. 8 Emergence in trial field of Shandong

4 结 论

1) 研制的固定道垄作免耕播种机为小麦玉米两用型,播种时避开根茬,不需要对根茬进行处理,有利于减少堵塞、节省功耗;能在玉米高留茬地免耕播种小麦6行,或在小麦秸秆全量还田地免耕播种玉米2行;一次性完成施肥、播种、修垄、镇压等工序。

2) 修垄器能对破坏的原垄进行修复,前进偏角以20°~45°为宜。

3) 组合镇压器能够完成对松散垄沿及播种带的镇压任务。

4) 田间试验证明固定道垄作免耕播种机避茬率达到92%以上,能够实现避茬播种。

5) 研制的固定道垄作免耕播种机能够满足生产对播种质量的要求。

参 考 文 献

- [1] 李洪文,高焕文,陈君达,等. 固定道保护性耕作的试验研究[J]. 农业工程学报,2000,16(4):73-77
- [2] 杜兵,周兴祥. 节约能耗的固定道耕作法[J]. 中国农业大学学报,1999,4(2):63-66
- [3] Aggarwal P, Goswami B. Bed planting system for increasing water use efficiency of wheat (*t. aestivum*) grown in Inceptisol (Typic Ustochrept). *Indian J Agric Sci*,2003,73:422-425
- [4] 吴子岳,高焕文. 根茬处理技术的现状与发展[J]. 中国农业大学学报,2000,5(4):46-49
- [5] 魏延富. 机电伺服触觉式秸秆导向系统试验研究[D]. 北京:中国农业大学,2005
- [6] 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1988
- [7] 张性雄,方文熙,林沧浪,等. 驱动式圆盘犁系列设计和型谱: . 驱动式圆盘犁的耕作深度[J]. 福建农业大学学报,1995,24(4):470-474