

## 2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机的研制

徐迪娟 李问盈 王庆杰

(中国农业大学 工学院, 北京 100083)

**摘要** 针对玉米垄作留茬栽培模式,结合保护性耕作技术的实施要点,设计了2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机。该播种机主要由动力驱动式破茬装置、开沟施肥装置、镇压传动装置等组成。田间试验结果表明,玉米粒距合格率约96.2%,破茬刀平均入土深度8.5cm,播种平均深度5.2cm,施肥平均深度8.5cm,种肥间距3.3cm。一次进地可完成破茬、开沟施肥、播种、镇压等作业,作业时土壤扰动小,作业质量满足农艺要求。

**关键词** 玉米垄作;破茬装置;免耕播种机;保护性耕作

中图分类号 S223.24

文章编号 1007-4333(2006)03-0075-04

文献标识码 A

### Development of 2BML-2(Z) type no-till maize seeder in ridge-field

Xu Dijuan, Li Wenying, Wang Qingjie

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

**Abstract** Aimed at the ridge-till pattern of maize planting, and combined with the points of the conservation tillage technology a new type of ridge-till and no-till maize planter was designed to realize no-till seeding in the field of former ridge. The 2BML-2(Z) type ridge-till and no-till maize seeder consists of a power driven corn rootstalk cutting device, an opening and fertilizing device, a soil covering device and a pack roller. The field tests approved that the qualified rate for space of seeds is about 96.2%, the average depth of blades 8.5 cm, the average depths of seeds and fertilizing are 5.2 cm and 3.95 cm respectively and the distance between them is 3.3 cm. This planter can perform the corn rootstalk cutting, opening, fertilizing, seeding, and packing operations once. It works with little interference to soil and its seeding quality meets the agricultural requirement.

**Key words** maize ridge-till; corn rootstalk cutting device; no-till planter; conservation tillage

玉米根茬粗大、结实,位于耕作层中,播种前必须对根茬进行处理<sup>[1]</sup>。目前,我国玉米垄作的一般种植模式是旋耕机破茬整地、然后播种。这种耕播方式对土壤扰动大,土壤水分散失严重,风蚀加剧,而且机器进地次数多,既增加了能耗和作业成本,又破坏了土壤的自身结构,不利于土壤保墒。

已有研究表明,采用保护性耕作技术可有效抵御干旱,控制风蚀,抑制沙尘暴,节约成本,提高产量和培肥地力<sup>[2-4]</sup>。垄作与保护性耕作相结合可减少雨季地表径流,充分发挥土壤水库的作用,大幅度提高土壤水分利用率及早地土壤生产能力<sup>[5-6]</sup>。其主要技术措施是秸秆回收利用,留根茬在

田间,春季直接免耕播种。要在留茬地里直接播种就必须对玉米根茬进行切碎处理,打破根须与土壤形成的团块,提高免耕播种机的通过性和播种质量<sup>[7]</sup>。目前国内外免耕播种机常采用的破茬方式有2种:一是圆盘切刀式,在开沟器前安装破茬圆盘切刀,靠圆盘切刀锋利的刃口和足够的正压力切断秸秆、根茬,并切开土壤,该方式多用于国外大型牵引式免耕播种机;另一种是旋耕刀驱动式,即开沟器前安装旋耕刀破茬,该方式不需要很大的机具质量就可以实现破茬播种,我国中小型悬挂式免耕播种机常采用这种方式。但是,旋耕刀破茬对土壤的扰动较大,抛土、甩土严重,不利于土壤保墒,且动力消

收稿日期:2005-10-25

基金项目:科技部“粮食丰产科技工程”重大科技专项(2004BA520A14C05)

作者简介:徐迪娟,硕士研究生;李问盈,副教授,通讯作者,主要从事保护性耕作技术与机具研究, E-mail: wwyli@cau.edu.cn

cn

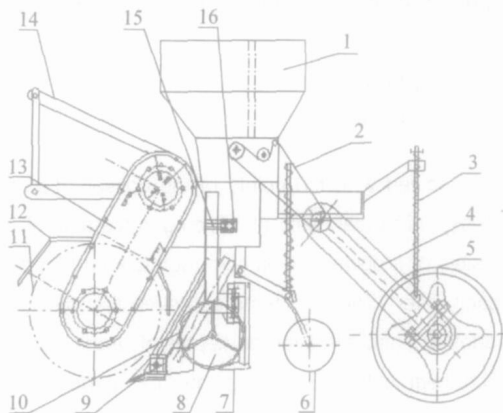
耗大。针对上述问题,拟研制一种新型的玉米垄作免耕播种机。基本思路是采用直刀代替旋耕刀带状破茬,以期实现只切土不抛土的目的,减少动土量,有利于土壤保墒。

## 1 2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机机构

### 1.1 总体设计

2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机主要由破茬装置、开沟器、排种排肥器、限深轮、覆土圆盘和镇压轮等组成(图1)。机具与拖拉机三点悬挂,配套动力为13.2 kW小四轮拖拉机。作业时,镇压轮5通过驱动链条4带动链条2驱动排种排肥装置,种子和肥料分别通过导种、导肥管落入排种开沟器7和

施肥开沟器9开出的沟内。调整开沟器7的安装位置可控制种肥垂直分施间距。开沟器正前方装有破茬刀,动力由拖拉机动力输出轴通过变速箱传到传动轴,再通过链条传到破茬刀轴,驱动破茬刀转动。同时设计开沟器铲柄10紧贴破茬刀片,一旦有根茬挂在开沟器铲柄上,即可通过破茬刀片的转动将其打掉,防止在开沟器前拥堆。机具工作时,破茬刀在拖拉机动力输出轴驱动下破茬,并在开沟器前方划出5~6 cm宽的沟,使开沟器顺利通过。由于前面有破茬刀破茬,开沟器工作条件得到改善,使镇压轮的滑移率降低,从而保证了播种的均匀性。所有工作部件均安装在一个矩形框架上,组成工作部件单体,通过平行四连杆机构实现播种机单体仿形。



1. 种肥箱;2. 链条;3. 张紧弹簧;4. 驱动链条;5. 镇压驱动轮;6. 单圆盘覆土器;7. 排种开沟器;8. 限深轮;9. 施肥开沟器;10. 施肥开沟器铲柄;11. 破茬刀刀片回转圆周;12. 挡土板;13. 链盒;14. 牵引架;15. 固结器;16. 机架

图1 2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机结构示意图

Fig. 1 Structure of 2BML-2(Z) type ridge-till and no-till maize seeder

该机主要技术参数为:外形尺寸(长×宽×高)1 200 mm×1 200 mm×800 mm,整机质量250 kg,配套动力13.2 kW,动力输入转速540 r/min,刀轴转速330 r/min。作业参数为:作业行数2,行距450~600 mm(可调),理论株距330~500 mm(可调),播量(hm<sup>2</sup>/kg)可调;播种深度40~60 mm,施肥深度80~120 mm。

### 1.2 主要工作部件设计

#### 1.2.1 破茬刀

1) 结构设计。选用直刀型破茬刀(图2),刃口曲线选用阿基米德螺线,方程为

$$r = r_0 + k$$

式中: $r$ 为刃口曲线上任意点的旋转半径,mm; $r_0$ 为刀刃起始工作半径; $k$ 为比例系数,常数; $\theta$ 为刃口曲线上任意点的位置度(极角)。

蒋金琳<sup>[8]</sup>的试验结果表明,该刀型刃口曲线计算简单,制造方便,且滑切、脱草性能良好。

2) 破茬刀回转圆周半径 $R$ 与破茬深度 $H$ 。对北京大兴区采育镇中国农业大学一年一熟免耕试验

田玉米根茬的测定结果表明:玉米根茬根深平均7.8 cm,考虑地表不平等因素,设计破茬刀入土深度为8 cm。根据破茬刀的运动,为保证铲刀的正常切土,刀背不产生推土现象,破茬刀回转圆周半径 $R$ 应满足

$$R > \frac{H}{-1}$$

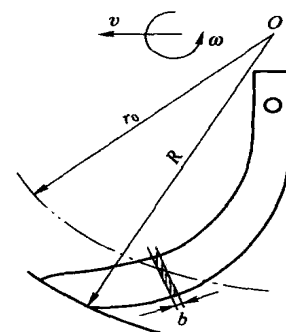


图2 破茬刀结构示意图

Fig. 2 Structure of blade

其中 为铲刀线速度  $R$  与机器前进速度  $v$  之比, 为满足破茬刀切茬切土要求, 速比 应不小于 6。  $R$  增大, 刀轴离地表位置高, 有利于机器的通过性, 不易堵塞, 但过大会使刀的强度降低, 机架尺寸变大。考虑本机旋转破茬刀要求转速不高, 为防止刀轴缠草堵塞可适当加大刀的回转半径, 增大刀轴离地间隙, 本机选定破茬刀回转半径  $R$  为 220 mm。破茬刀起始工作半径  $r_0$  为 182 mm, 切刀厚度  $b$  为 6 mm, 刀刃厚度为 2 mm。

3) 刀轴转速。在一定土壤条件下<sup>[9]</sup>, 保持耕深  $H$  和机器前进速度  $v$  不变, 切茬破土所需功率随刀轴转速的增加而成二次曲线的关系增加。所以在满足作业要求的条件下应尽量降低刀轴转速。本设计选取刀轴转速 330 r/min。

### 1.2.2 开沟器的选择和铲柄设计

由于尖角式开沟器具有开沟阻力小, 通过性好, 开沟时不乱土层等优点<sup>[10]</sup>, 本研究选用该型式的开沟器。

铲柄用于安装开沟器并将其固定在机架上。铲柄采用刚性结构, 下部倾斜, 斜铲柄有利于秸秆沿铲柄上滑, 及时脱落, 且设计为紧贴破茬刀片的回转圆周, 当根茬挂在铲柄上时, 通过破茬刀片的转动可以将其打落。铲柄外形可用铲柄高  $H$ 、铲柄倾斜角度、垂直段铲柄高  $h$  和铲柄横截面  $a_1 \times b_1$  表示(图 3)。本设计中:  $H = 70$  cm,  $h = 20$  cm,  $a_1 = 5$  cm,  $b_1 = 40$  cm, 倾斜角度  $\beta = 57^\circ$ 。

### 1.2.3 镇压器设计

镇压轮又作排种、排肥的主动轮, 其作用一是镇压, 达到压碎土快、压紧耕作层、蓄水保墒的目的, 二是驱动排种、排肥器排种、排肥。本机采用浮动式镇

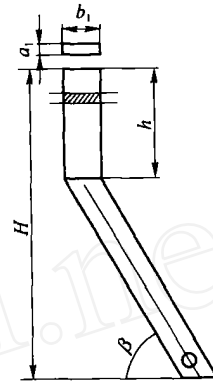


图 3 铲柄结构示意图

Fig. 3 Structure of shovel handle

压轮, 镇压轮两边装有压紧弹簧, 在弹簧作用下镇压轮总与地表接触, 从而避免发生因地表高底不平等原因导致镇压轮被架空不转动, 造成不排种、肥的问题, 增加播种均匀性、防止漏播现象。镇压轮为橡胶轮, 橡胶轮滑移的均值和方差都较小, 播种质量好, 其直径为 40 cm, 外缘宽度 10.5 cm。

## 2 田间试验及结果

试验田位于辽宁省阜新市他本镇桃李村, 砂壤土, 土壤含水率 11.54%, 前茬作物为玉米(丹玉 39), 种植密度约 5.1 株/m<sup>2</sup>, 留茬高度约 15 cm。在已播种行上随机取 30 个测试区, 每测试区长 10 m。2BML-2(Z)型玉米免耕播种机试验结果见表 1。

1) 实测整机平均粒距为 416.8 mm(理论粒距 400 mm), 变异系数 13.4%, 粒距合格指数 96.2%; 重播指数 1.84, 漏播指数 1.96。

2) 破茬刀平均入土深度 85 mm, 变异系数 7.33%, 变异程度较小; 破茬平均宽度 98 mm, 变异

表 1 2BML-2(Z)型玉米免耕播种机试验测定结果

Table 1 Planting test results of 2BML-2(Z) type ridge-till and no-till seeder

参量	实测值/mm	变异系数/%	参量	实测值/%	变异系数/%
平均粒距	416.8	13.40	播种带切茬率	93.50	2.73
破茬刀入土深度	85	7.33	重播指数	1.84	-
破茬刀入土宽度	98	6.48	漏播指数	1.96	-
播种平均深度	52	5.81	镇压轮滑移率	13.30	-
施肥平均深度	85	3.95			
种肥间距	33	4.39			

注: 粒距合格指数 96.2%。

系数 6.48%, 动土量约 20%, 动土量较少; 播种带切茬率 93.5%, 播种带基本无根茬, 且防堵性能较好, 播种过程中未发生堵塞。

3) 平均播种深度 52 mm, 变异系数 5.81%, 变异程度较小; 施肥深度平均值为 85 mm, 变异系数 3.95%; 种肥间距 33 mm, 变异系数 4.39%。

4) 拖拉机平均前进速度大于 4 km/h, 镇压轮滑移率 13.3%, 符合设计要求。

### 3 结论

1) 2BML-2(Z)型垄作免耕播种机能够在垄作、高茬、地表坚硬等地表复杂的茬地上实现免耕; 破茬刀破茬效果良好, 播种带切茬率 93.5%; 动土量约 20%, 动土量少; 工作部件入土、回土性能好; 覆土、镇压效果较好。

2) 采用斜铲柄开沟器, 且紧贴破茬刀回转圆周, 有较好的防堵性能, 播种过程中未发生堵塞; 能实现种子和肥料垂直分施。通过工作部件的单体仿形, 确保播深稳定。

3) 镇压轮滑移率 13.3%, 满足茬地播种均匀性要求。

### 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
- [2] 贾延明, 尚长青, 张振国. 保护性耕作适应性试验及关键技术研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 78-82
- [3] 李洪文, 陈君达, 邓健, 等. 旱地玉米机械化保护性耕作技术及机具研究[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(4): 68-72
- [4] 骆文光. 免耕垄作覆盖技术的水土保持及经济效益分析[J]. 水土保持通报, 1994, 14(3): 35-38
- [5] 骆文光. 用免耕垄作覆盖技术提高耕地抗旱能力[J]. 农田水利与小水电, 1994(9): 21-25
- [6] 张艳玲. 玉米根茬处理技术及其作业机具存在的问题. 农机使用与维修[J], 2004, (2): 20
- [7] 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
- [8] 蒋金琳, 高焕文, 王军山. 切挖处理播种带玉米根茬研究[J]. 农机化研究, 2004(3): 154-156
- [9] 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
- [10] 苏元升, 高焕文. 免耕播种开沟器工作性能的测试与分析[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(4): 28-30