

免耕播种机播种带玉米根茬处理装置研究

蒋金琳^{1,2}, 高焕文¹

(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 莱阳农学院工程学院, 莱阳 265200)

摘要: 针对在有玉米根茬的未耕地上进行免耕直播时, 播种机开沟器入土困难和容易堵草等问题, 提出了新的切挖处理方案, 研制出免耕播种机播种带玉米根茬处理装置, 并对结构的关键参数进行了设计, 提出了合理的工作参数。整机性能经田间生产试验结果表明, 在有玉米根茬的未耕地上直接播种时, 破茬入土能力强, 扰土量少, 可创造无根茬的良好种床条件, 有利于种子生长发芽。

关键词: 免耕播种机; 根茬处理; 设计

中图分类号: S223.24

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)02-0129-03

0 引言

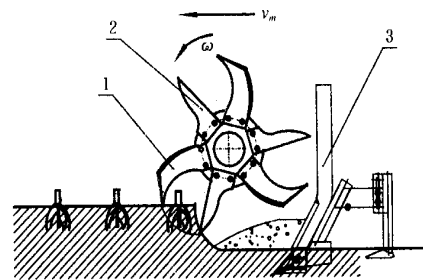
中国北方部分地区气温低、春季风大、风蚀和春旱严重。种植作物以一茬玉米为主。玉米的传统种植方式是, 秋季收获后将秸秆搬运出耕地用作饲料或燃料, 土地经过翻耕, 于次春整地播种。这种耕作方式由于多次搅动土壤, 土壤水分散失严重, 而且机器进地次数多, 不仅耗能, 土壤也易被压实。大量的试验研究表明^[1-3], 采用保护性耕作技术后, 可以有效地抵御春旱、控制风蚀、减少沙尘暴、提高产量和培肥地力。主要技术措施是秸秆回收利用作青饲料, 留根茬在田间春季免耕直接播种。长期进行玉米根茬留田, 土壤有机质等养分物质含量明显增加, 土壤物理性状得以改善, 土壤微生物总量、细菌、霉菌和放线菌量均有增加^[8,9]。但在有玉米根茬的未耕地上进行免耕直播时, 要求免耕播种机具有很好的破茬入土能力。国内外目前免耕播种机上采用的破茬方法有两种, 一种是在开沟器前增加破茬圆盘刀, 靠圆盘刀锋利的刃口和足够的重力切断秸秆、根茬和切开土壤, 国外的免耕播种机上多采用这种方式, 这种免耕播种机结构庞大, 多为牵引式。而国内的免耕播种机基本上都是小型悬挂式的, 由于整机质量轻, 破茬圆盘难以破茬入土, 不适应在我国的免耕播种机上使用。另一种是锄铲式分茬开沟器, 其入土性能好, 不需增加配重, 整机质量小, 但工作时土壤翻动量大, 易挂草而堵塞, 遇玉米根茬时难以破茬入土不能保证播种质量。也有研究在播种带旋耕播种方式的, 但旋耕刀破茬性能不太好。

目前生产中应用的免耕播种机, 还没有安装专门的破茬装置, 在有玉米根茬地免耕播种时, 常常出现将种子播在根茬上而不能出苗等问题。为此作者在大量试验研究的基础上提出了对播种带上的玉米根茬进行切挖的方案, 研究出了播种带玉米根茬处理装置, 新型免耕

播种机可在玉米根茬地上顺利作业, 样机经田间生产性能试验, 效果良好。

1 切挖处理播种带玉米根茬原理

切挖处理播种带玉米根茬原理如图1所示。在开沟器3前装有动力切刀2和动力铲刀1。利用拖拉机动力输出轴的动力驱动切刀和铲刀。铲刀和切刀对根茬采用切挖的方式, 只将播种带上的玉米根茬切开并挖出, 不对根茬进行粉碎, 因而刀的转速低, 消耗动力少。在铲刀切土挖根之前, 动力切刀先在地表切出一条缝将播种行上的秸秆残茬切断, 防止土壤工作部件缠草堵塞, 同时也将根茬切开, 然后动力铲刀(结构如图2所示)沿切缝入土, 将根茬挖出并在铲刀工作面作用下将根茬侧向推出播种带, 使播种带上无根茬同时疏松土壤, 创造出良好的种床, 实现根茬处理播种施肥作业一次完成。



1. 铲刀 2. 切刀 3. 开沟器

图1 破茬装置工作原理图

Fig 1 Sketch diagram of corn rootstalk and residue cutting mechanism

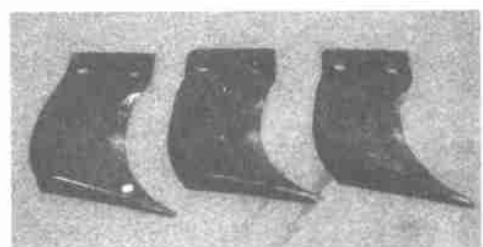


图2 试验铲刀

Fig 2 Test blade

2 关键参数的理论分析

收稿日期: 2003-06-30 修订日期: 2003-12-28

作者简介: 蒋金琳, 男, 中国农业大学在读博士生, 莱阳农学院工程学院教授, 北京市海淀区清华东17号 中国农业大学工学院, 100083.

Email: ngxdz@lyac.edu.cn

2.1 铲刀回转半径 R 与工作深度 H

根据对河北一年一熟免耕试验田玉米根茬的测定,玉米根主要生长在 0~10 cm 深的土层内,留茬高度约 10 cm,在地下深度 4~5 cm 范围内根茬密集,根茬最大横截面处深度为 7.2 cm。为保证播种带上无玉米根茬,因而设计铲刀的入土深度 H 为 10~15 cm。根据铲刀的运动分析得出,为保证铲刀的正常切土刀背不产生推土现象,铲刀回转半径 R 应满足(1)式条件。其中速比 λ 为铲刀线速度 $R\omega$ 与机器前进速度 v_m 之比,为满足铲刀切茬切土要求速比 λ 应为 3~7。 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,因此,本机确定 R 为 275 mm。

$$R > \frac{\lambda H}{\lambda - 1} \quad (1)$$

2.2 刀轴转速 n

铲刀挖切土壤时,铲刀上任何一点一方面绕刀盘轴作圆周运动,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。在室内土槽试验结果表明,在一定土壤条件下,保持耕深 H 和机器前进速度 v_m 不变的情况下,切茬破土所需功率随刀轴转速的增加而近似直线的比例增加。所以在满足作业要求的条件下尽量降低刀轴转速。播种机播种作业时一般前进速度 v_m 为 2~7 km/h,因而根据选定的 R 值及速比 λ 的要求刀轴转速可在 150~300 r/min 之间。在试验的基础上确定刀轴转速为 260 r/min。

2.3 刀片数 Z 和切土节距 S

铲刀的切土节距 S 为相邻两刀切土时运动轨迹线间在地表水平方向的距离。切土节距 S 与刀片数、机组前进速度及刀盘转速等因素有关,应满足下式。

$$S = v_m t = v_m \frac{60}{zn} = \frac{2\pi v_m}{z\omega} = \frac{2\pi R}{\lambda z} \quad (2)$$

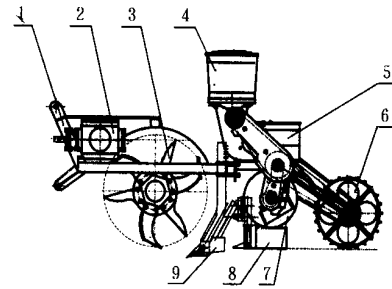
式中 t ——刀轴每转一个刀片所需时间; v_m ——机组前进速度, m/s; z ——同一平面内的刀片数; n ——刀轴转速, r/min。

切土节距 S 过小,动力消耗增大,作业效率下降。 S 过大,切土清茬质量降低。一般可根据作业对象的土壤条件和根茬株距确定切土节距的范围 $S_{\min} < S < S_{\max}$,根据田间试验结果, S 的适宜范围为 3~12 cm。这样根据式(2)可得刀片数 Z 在 3~6 之间选取。由于本结构铲刀和切刀安装在同一旋转平面内,为防止刀片间夹草,所以刀片数不能太多,确定同一圆周上安装 3 把铲刀 3 把切刀。

3 整机结构设计

根据上述参数分析,设计制造了破茬免耕玉米播种机(图 2)。该机与拖拉机三点后悬挂连接,拖拉机动力经动力输出轴、万向节传动轴、变速箱、三角皮带等传递至刀轴,带动刀轴以一定速度正向旋转,铲刀和切刀切土挖茬并将播种带上的根茬侧向推出,确保播种床上无根茬,有利于种子生长发芽。本机主要技术参数如下,拖

拉机配套动力选用 11~14 kW;播种机外形尺寸(长×宽×高)为 1898 mm×1105 mm×925 mm 结构质量 240 kg;工作行数为 2 行;行距 400~700 mm 范围内可调;工作幅宽 0.8~1.4 m。选用尖头窄翼型开沟器,播种深度 20~80 mm,穴距为 280 mm、380 mm 两种,通过调整驱动排种器的转速来调整穴距。排种量为 2~3 粒/穴(30~60 kg/hm²),排肥采用正深位施肥,位于种下 5 cm,排肥量通过调节排肥槽轮的工作长度来调整,最大施肥量为 450 kg/hm²。作业速度 3~6 km/h,作业效率 0.14~0.54 hm²/h。



1. 悬挂架 2. 减速箱 3. 破茬装置 4. 肥料箱 5. 种子箱
6. 镇压轮 7. 排种器 8. 排种开沟器 9. 施肥开沟器

图 3 破茬免耕玉米播种机结构示意图

Fig 3 Sketch diagram of corn no-tillage planter

4 样机的田间试验与结果分析

4.1 田间性能试验

样机的田间性能试验是在河北省丰宁满族自治县保护性试验基地进行,试验地为一年一季种植玉米,土壤类型为壤土,在 0~10 cm 土层内土壤平均含水率 15.62%,土壤坚实度平均 21.8 kg/cm²,玉米根茬地表以上平均留茬高度为 10 cm,玉米根深为 8~12 cm。试验用玉米种子为掖单 12,田间播种质量、种床沟形及参数测定结果见表 1、表 2 及图 4。

表 1 样机性能试验结果

Table 1 Experimental performance results of the sample machine

测试项目	试验地 1	试验地 2	试验地 3	
切茬开沟深度	平均值/cm	11.98	11.58	12.78
	方差/cm	0.33	0.76	0.35
	变异系数/%	4.91	7.83	5.99
破土宽度	平均值/cm	12.18	13.27	12.15
	方差/cm	0.15	0.16	0.18
	变异系数/%	2.15	2.43	2.31
播种深度	平均值/cm	4.62	4.75	4.04
	方差/cm	0.18	0.19	0.17
	变异系数/%	4.97	4.00	4.21
株距	平均值/cm	28.20	28.10	28.05
	变异系数/%	6.82	5.50	6.94
	合格率/%	98	99	98
行距	平均值/cm	40	45	43

表2 种床沟形断面参数田间测量结果

Table 2 Tested results of the groove section cm						
沟深 H	松土深 h_1	播种深 h_2	行距 B	种沟扰土 宽 B_1	种沟沟底 宽 B_2	侧推土 范围 B_3
12 11	10 05	4 47	45	12 53	4 55	12 12

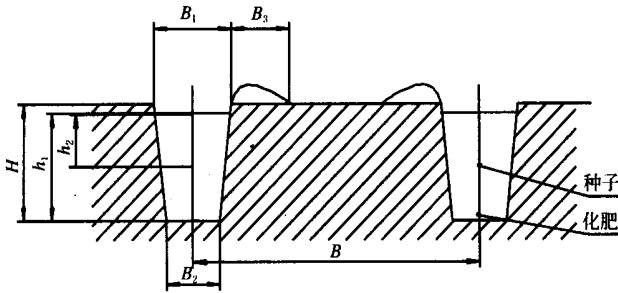


图4 播种带沟形断面图

Fig 4 Sketch diagram of the groove section

4.2 试验结果分析

1) 田间播种结果表明, 播种带表土扰土宽度平均约为 12 cm 左右, 种沟沟底平均宽度为 4.55 cm, 在播种行距调整为 45 cm 时表土破土量约占 27%, 保证了保护性耕作要求破土尽量少的要求。破茬切土宽度越窄, 破土量越少, 功率消耗越小, 但太窄不能确保将播种带上的玉米根茬清除, 种沟有根茬会严重影响种子生长发芽。用于田间生产试验的样机选用设计的铲刀工作幅宽为 4 cm。

2) 在试验地播种玉米时, 农民要求与上一季玉米作物行相一致, 所以玉米基本播种在有玉米根茬的地方, 作业结果表明, 对玉米根茬的切挖处理效果很好, 播种机具有良好的入土能力和通过性能, 在平均宽度为种床内无玉米根茬, 没有出现种子播种在根茬上而影响出苗的现象, 有根茬回落在播种带上现象, 但量很少, 约占 1% 左右。大部分挖出的根茬在播种带一侧的 0~12 cm 范围内。

3) 开沟深度、播种深度合格率、变异系数等均满足播种质量要求, 作物生长良好, 说明整机结构工作可靠,

达到设计目的要求, 可进一步开发研究。

5 结论

1) 为满足在有玉米根茬的未耕地上进行免耕直播的保护性种植技术要求, 提出了新的切挖处理玉米根茬的方案, 研制出了新型玉米破茬免耕播种机, 经生产试验证明机具性能优越, 满足农业技术要求, 并且扰土量少, 体现出保护性耕作技术特点。

2) 该机在玉米根茬地上, 为播种带创造了没有根茬、土壤疏松有利于种子发芽生长的种床条件。经生产试验证明, 开沟和播种质量高, 有利于免耕播种技术的推广应用。

[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, 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] 陈君达, 李洪文. 旱地玉米保护性耕作机具与作业工艺的组合研究[J]. 农业工程学报, 1998, 14(3): 129- 133
- [5] 吴子岳, 高焕文, 陈君达. 秸秆切碎灭茬机的模型研究与参数优化[J]. 农业机械学报, 2001, 32(5): 44- 46
- [6] 吴子岳, 高焕文, 张晋国. 玉米秸秆切断速度和切断功耗的试验研究[J]. 农业机械学报, 2001, 32(2): 38- 41
- [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] 宋 日, 吴春胜, 牟金明, 等. 玉米根茬留田对土壤微生物量碳和酶活性动态变化特征的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(3): 303- 306
- [9] 赵秀兰, 许大志, 高 云. 玉米根茬还田对土壤肥力的影响研究简报[J]. 土壤通报, 1998, 29(1): 14- 16
- [10] 赵秀兰, 许大志, 高 云. 玉米根茬还田对土壤肥力的影响研究简报[J]. 土壤通报, 1998, 29(1): 14- 16
- [11] 赵四申, 段汝浩, 宁吉洲, 等. 玉米秸秆整株深埋还田技术研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 52- 61
- [12] 丁为民, 徐志刚, 汪小函. 斜置旋耕刀滑切角及其方程[J]. 农业工程学报, 2002, 18(3): 49- 53

Corn rootstalk and residue cutting mechanism of no-tillage planter

Jiang Jinlin^{1,2}, Gao Huanwen¹

(1. Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Engineering School, Laiyang Agricultural College, Laiyang 265200, China)

Abstract: The opener of the no-tillage planter often cannot penetrate into the soil with corn rootstalks. In order to solve this problem, a new method of dealing with corn rootstalk blocking was put forward and a new scheme of no-tillage planter equipped with corn rootstalk and residue cutting mechanism has been developed. The key parameters of the mechanism were optimized. Performance test results in the no-tillage corn rootstalk field show that the sample machine has a good ability to cut and dig corn rootstalk so that there is no rootstalk in the seed bed.

Key words: no-tillage planter; cutting corn rootstalk; design