

垄作保护性机械化耕作技术中玉米根茬处理模式

罗红旗¹, 高焕文², 沈晓红¹

(1. 北京工商大学 机械自动化学院, 北京 100037; 2. 中国农业大学 工学院, 北京 100083)

摘 要: 通过分析玉米根茬处理技术的现状, 结合垄作保护性机械化耕作的特点, 提出了苗带浅旋处理玉米根茬模式及大垄多行种植技术避茬播种模式, 并分析了两种模式实施的可行性及其各自的特点。

关键词: 垄作保护性耕作; 根茬处理; 玉米; 机械化

中图分类号: S222.9

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2008)08-0208-03

0 引言

垄作与保护性耕作相结合是解决传统垄作保墒问题行之有效的途径。该技术的增产机理及技术优点主要是增温、保墒、聚肥、改土、集流和防蚀, 有效地解决了高寒缓坡旱区地温低、墒情差、肥力薄和水土流失等问题, 具有显著的增产效益^[1]。在我国推广的垄作保护性耕作技术中, 收获玉米后进行下茬作物播种时, 要解决在有玉米根茬的未耕地上实施免耕播种的问题。因为粗大而结实的玉米根茬位于耕作层中, 播种作业时, 开沟器遇到根茬容易发生堵塞, 严重时无法正常作业, 所以在玉米根茬地播种时需要对根茬进行处理, 以便提高下茬作物的播种质量和播种机的通过性能^[2]。通过根茬处理, 打破根须与土壤形成的团块, 将有利于后续种床准备的作业, 提高播种机特别是免耕播种机的通过性和播种质量。

国外的免耕播种机主要通过机具的自重驱使根茬处理装置进行破茬, 国内使用的一般是中小型的播种机, 使用被动式根茬处理装置的效果不佳, 甚至不能进行有效作业。本文拟提出两种玉米根茬的处理模式, 以解决当前垄作保护性机械化耕作技术中根茬处理存在的问题。

1 玉米根茬处理技术现状

1.1 传统的根茬处理技术

传统的根茬处理方法主要有 4 种: 一是利用犁将茬扣到地里, 任其腐烂; 二是用刨茬锹把茬刨出或用

拉茬机将茬原地割断, 在无运力条件下由人工集堆放火烧掉, 这种形式将有机质烧掉; 三是先用拉茬机将茬根割断, 再使用重耙或轻耙把茬子粉碎, 最后通过平翻或起垄将茬子埋入土层里, 这种形式灭茬效果较好, 但作业环节多, 对土壤压实严重^[3]; 四是机械化根茬还田技术^[4]。随着农村经济的发展, 大部分地区的根茬已不再作为烧柴之用。残留在地里的玉米根茬, 在播种前需要用大量的人工刨除、搂堆或运集后烧掉, 不仅劳动强度大, 而且根茬会将土壤中的一部分肥料带走, 致使土壤板结。机械化根茬还田与人工刨茬子、拣茬子比较, 不但提高了劳动效率, 取代了繁重的体力劳动, 而且降低了生产费用, 有利于抢农时和保春种。

目前, 根茬粉碎还田机在我国得到了一定的应用, 其主要作业程序是: 先对玉米秸秆进行处理, 然后用根茬粉碎机进行灭茬, 再用整地机械破土平整。根茬被粉碎处理后, 均匀拌入土层中, 可增加土壤有机质, 使土壤微生物活动增强, 提高了肥料的利用率。目前的灭茬方式主要有单灭茬型和根茬处理复合作业型两种: 单灭茬型是指单一的根茬处理形式, 将大田作物的根茬粉碎后直接均匀混拌于耕层中, 达到播前整地要求^[5,6]; 根茬处理复合作业型是指在碎茬的同时, 完成其他作业要求(如粉碎地上秸秆、深旋耕及播种)。由于复合作业能减少拖拉机对土壤的压实和动力消耗, 因而应用更加广泛。与小拖拉机配套的灭茬机一次可完成碎茬还田、碎土、整地等作业; 与大中型拖拉机配套的灭茬机同时完成碎茬还田、碎土、深松破茬起垄和扶原垄等作业^[7,8]。

1.2 保护性机械化耕作玉米根茬处理技术

在有玉米根茬的未耕地上进行免耕播种时, 要求免耕播种机具有很好的破茬入土能力。目前, 国内外免耕播种机上采用的玉米根茬处理技术主要有在开

收稿日期: 2007-11-14

基金项目: 挑战计划-黄河流域保护性耕作(CPWFYRB200508)

作者简介: 罗红旗(1977-), 男, 湖南邵阳人, 讲师, 博士, (E-mail)

lhqfrq@126.com.

沟器前增加破茬圆盘刀和使用尖角型分茬开沟器及带状旋耕灭茬等^[9]。

1.2.1 圆盘刀破茬

圆盘刀破茬分为被动式圆盘刀切茬器和驱动式圆盘刀破茬器两种。

1) 被动式圆盘刀在工作时随机架滚动,靠重力切茬,这类装置当垂直载荷足够时才能切断秸秆,必要时须有加力装置。

2) 驱动式圆盘刀破茬器是利用动力驱动圆盘刀片高速旋转以破茬,驱动式圆盘刀可获得较高的切割速度,并能有效地利用滑切达到良好的切断效果,防堵能力强。但该类装置传动部件较多,刀轴与传动部件离地间隙小,易缠草堵塞。此外,因圆盘刀转速较高易被磨损而影响其实际应用,并且在覆盖物多的情况下,仍有堵塞现象。

1.2.2 尖角型分茬开沟器

尖角型分茬开沟器利用锐角入土,入土性能好,不需增加配重,整机质量小。但工作时,土壤翻动量比圆盘切茬器大,易挂草而堵塞;遇玉米根茬时难以破茬入土,有时会使整个玉米根茬从土壤中被推出,从而出现大坑,造成播种质量难以保证的问题。

1.2.3 带状旋耕灭茬

带状旋耕灭茬是利用旋耕刀对播种带进行带状旋耕,起灭茬作用。将玉米秸秆粉碎的同时与土壤搅拌,形成相对清洁的带状种床。种子播在带状种床上,秸秆堵塞少,但动土量大,能耗大。

1.3 玉米根茬处理技术存在的问题

1) 动土量大,动力消耗过大。我国北方旱作地区大力推广秸秆及根茬粉碎还田技术,即将地上的秸秆粉碎,再用旋耕机深旋翻,深度超过15cm。大的动土深度是为了完全掩埋秸秆,将碎茎秆和残茬翻埋到土层中^[10]。

2) 农机与农艺结合研究要实现秸秆和根茬全部还田,不仅动土量大,而且动力消耗多,因此还田并非越多越好。应提倡保护性耕作技术,在减少动土量的前提下,提高碎茬率,研制高效的秸秆和根茬粉碎机,使一部分秸秆根茬还田,大部分要均匀分布在地表。这样既提高了免耕播种机的通过性,又达到了保水保墒的目的^[9]。

3) 重机具研制,轻机理研究。我国北方旱作地区农机科研部门研制了不同功能的根茬处理机具,并且根茬处理机的使用量逐年增加。由于缺乏对根茬处理机理方面的研究,所以研制的机具多而杂,但性能高或根茬处理效果佳的机具却较少。

2 垄作保护性机械耕作中玉米根茬处理模式

玉米根茬粉碎直接还田机械化技术一般适用于垄作地区。由于玉米根茬较粗壮,而且北方地区年降雨量少,所以根茬不易腐烂,人工不易刨除或切碎。在不耕翻的年份,采用根茬粉碎还田机具,将站立在垄上的根茬粉碎后,均匀混拌于0~100mm深的耕层中,达到播前除茬整地并起新垄的要求。经过根茬处理后,原垄形一般都不存在了,而且动土量大,灭茬后地表土壤松软,跑墒严重。垄作免耕是在原垄上进行作业,国外的垄作免耕播种机主要是在平作播种机上增加垄台清理装置与稳定装置。清理装置是用来清除垄上的覆盖物及根茬,把垄上的覆盖物推到垄沟里;稳定装置就是保证播种机的作业路线位于垄上。这两种装置要求垄的规范性较好,通过增加垄台清理装置及稳定装置能清理好垄台,解决机具落垄的问题。国内的垄作地因缺乏管理,机器作业或放牧等对原垄破坏严重,行距为450~700mm,规范性差。使用垄台清理装置时,一般需要在前面增加圆盘破茬装置,这在国内中小型机具上存在难以入土的问题。结合国内具体情况,研究适合我国国情的根茬处理模式。

2.1 苗带浅旋处理玉米根茬模式

辽宁阜新农机制造二厂生产的2B ISJ-2型碎茬精量播种机,能够在有根茬地直接进行播种。利用前面的旋耕装置进行带状灭茬,一次性完成灭茬、播种、施肥与覆土镇压,但使用该机具播种后,垄台被彻底破坏了,地表与平作无异,而且整个机具复杂笨重,功耗大,动土量大,不属于保护性耕作机具。通过分析现有根茬处理技术,结合生产实际情况,提出合适的根茬处理模式,使其满足保护性耕作要求,在原垄上实行免耕播种。该模式是利用苗带浅旋模式处理垄上的玉米根茬,根据播种带玉米根茬的分布情况,选择合适的旋耕宽度及作业深度,使用旋耕刀对其作业灭茬,然后配备合适的播种装置进行联合作业。

由于起垄机具的形式各异,导致垄体一般近似呈三角形、半圆形、半椭圆形和抛物线形等不同的形状。带状旋耕时有一定的幅宽,会把垄的顶端削平,为便于理解及计算各种垄形尺寸,把垄形设想成等腰梯形,即假设垄台是平的(如图1所示)。根据田间测试,假设去掉垄顶20mm的高度,即假设梯形垄的垄高 H_r 为110mm,测试得到梯形的上边宽度为160mm。根茬在垄台的幅宽范围一般在80mm宽度内,因此根据动土量尽可能少的原则,并考虑到垄距的不规范性,可设计单垄旋耕幅宽为100mm左右,从而减弱因

播种在垄腰上对播种质量的影响。在垄距为 500mm 的情况下,动土宽度控制在 20%左右,动土体积占垄体的 26%左右,即在理想情况下只对垄台中间的根茬带进行旋耕。同时,根据实测玉米根茬地下主根深度,确定旋耕的深度,达到灭茬的目的,并做到动土量尽可能少,并为后续播种创造条件。

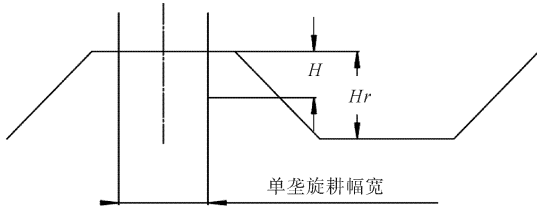


图 1 单垄旋耕尺寸示意图

2.2 大垄多行种植技术避茬播种模式

大垄种植与保护性耕作技术相结合是一门新技术。机器在从事田间作业时,要求拖拉机的轮胎与机具地轮在固定垄沟里行走,作物生长带因为没有机器镇压,不需要每年耕翻或深松,并可保持良好的作物生长环境^[11]。该模式要求永久保持垄形,使用秸秆覆盖还田技术,防止水蚀或风蚀,改善土壤结构。该体系能够减少工序,并减少作业成本 25% ~ 35%^[12],起到增加作业准确性的作用。

根据大垄的种植特点,设想了大垄多行技术的避茬模式。由于实行垄作的地区只要根据拖拉机的轮距,合理确定垄作行距,使拖拉机的轮胎行走在垄沟里,就可以起到对行作业的效果,实现避开垄上的玉米根茬,从而达到节省功耗和降低根茬处理强度的目的。

不对根茬进行处理,避茬播种的可行性在于是否能让开沟器有效的避开根茬。假如在两行玉米根茬的垄台上播种 6行小麦,布局结构如图 2所示。

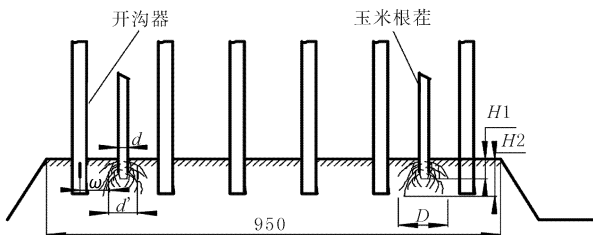


图 2 避茬结构图

一年两熟地区玉米根茬参数如表 1所示。

玉米秸秆的根部直径平均为 2.1cm,玉米的根系是纤维状的须根系,呈辐射状向外伸长,最大横截面直径 $D = 26.8\text{cm}$ 。因为玉米外部的根为须根,较细,根据试验得知一般开沟器在横截面直径 $d' = 8 \sim 10\text{cm}$ 以内才可能将根拨起,则每组外侧的开沟器到

d 外边缘的距离即为允许的驾驶误差 (如图 2所示)。一年两熟地区玉米根茬的主根直径 $d = 2.1\text{cm}$,同行玉米秸秆分布在 4cm幅宽内的比例约为 94%,即玉米植株的直线度偏差在 2cm左右。根据图 2可知,假如小麦行距为 20cm,小麦开沟器与玉米根茬间的理论中心距也仅为 10cm。考虑到根茬分布的幅宽以及玉米须根的影响,驾驶员的行驶偏差只允许在 5cm以内,超出这个范围,则开沟器比较容易掀起根茬,导致机具堵塞,影响播种质量。对于一般平地作业体系,即使经验丰富的驾驶员在精力高度集中的情况下也很难实现对行避茬播种;在大垄免耕模式中,车轮行驶在永久的固定垄沟里,沟的宽度与拖拉机轮距匹配,靠垄沟对拖拉机进行导向,有利于开沟器避开残留的玉米根茬,实现避茬作业。

表 1 一年两熟玉米根茬参数统计值

项目	平均值 /cm	标准差 /cm	变异系数 /%
茎秆根部直径	2.1	0.27	12.8
主根地下深度	4.5	0.58	12.9
根深	7.1	0.72	10.1
最大横截面直径	26.8	3.80	14.2

3 结论

1) 在垄作保护性耕作技术中,应实现原垄免耕播种,动土量尽可能少,播后尽量保持垄形,以便更好地体现两技术相结合的优势。

2) 根据小垄单行作物的垄作特点,通过分析现有小垄保护性耕作的模式及垄形尺寸,提出了设计苗带浅旋处理根茬播种机的作业模式。单垄的动土宽度控制在垄距的 20%左右,即在理想情况下只对垄台中间的根茬带进行旋耕,并根据实测玉米根茬的地下主根深度确定旋耕的深度,能够达到灭茬的目的。与传统垄作相比,其动土量较少,功耗小。

3) 根据大垄多行作物模式特点,分析了避茬播种的思路,即可以通过对行作业的方法使开沟器等部件避开玉米根茬,不需要直接对根茬进行处理。

参考文献:

[1] 戴德. 高寒山区冷浸田水稻半旱式免耕垄作技术的增产机理 [J]. 农业科技通讯, 1999(8): 26 - 27.
 [2] 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.
 [3] 李竞超, 张元禄. 根茬粉碎还田技术及其机具的研究与应用 [J]. 农机化研究, 1992(1): 28 - 33.

(下转第 214页)

- [9] Reija Hietala - Koivu, Jussi Lankoski, Sanna Tammi Loss of biodiversity and its social cost in an agricultural landscape [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2004, 103 (1): 75 - 83.
- [10] Indra Roschewitz, Carsten Thies, Teja Tschamtko Are landscape complexity and farm specialisation related to land use intensity of annual crop fields? [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2005, 105 (1 - 2): 87 - 99.
- [11] 陈利顶,傅伯杰. 农田生态系统管理与非点源污染控制 [J]. 环境科学, 2000, 21 (2): 98 - 100.
- [12] 付梅臣,袁春,白中科. 乡村土地整理中的景观协调研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2006, 16 (4): 398 - 400.

Analysis and Evaluation on Farm land landscape Patterns in Different Production Conditions

FU Mei - chen

(School of Land Sciences and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Farm land landscape pattern forms in certain historical, natural and human conditions. There are obvious differences between farm land landscape patterns in different production conditions. Based on analyses of historical literatures, this paper concludes the characteristics of farm land landscape patterns in different conditions: human and animal power, mechanization, intensive utilization and sustainable utilization. And this paper releases the interrelationships between farm land landscape pattern evolution and productivity level, and then it puts forward the development modes and measures on farm land landscape, which makes references to construction of New Socialism Countryside.

Key words: farm land landscape; landscape pattern; production condition; evaluation

(上接第 210 页)

- [4] 冯云江,周长奎,吴国忠. 加速秸秆与根茬粉碎还田技术推广步伐促进农业生产良性循环 [J]. 农机化研究, 1998 (3): 89 - 92.
- [5] 李淑云. 1GXL - 1 型根茬还田机的设计、制造及使用 [J]. 农业机械化与电气化, 2002 (4): 30 - 32.
- [6] 丛维军. 1G - 4 型灭茬机的试验研究 [J]. 农牧与食品机械, 1993 (3): 16 - 17.
- [7] 毛罕平,陈翠英. 秸秆粉碎掩埋复式作业机的试验研究 [J]. 农业机械学报, 1996, 27 (3): 42 - 45.
- [8] 肖丽,樊健柱,王建群. FMH - 150 型玉米秸秆粉碎切茬旋耕联合作业机简介 [J]. 现代化农业, 1996 (4): 29 - 30.
- [9] 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.
- [10] 张艳玲. 玉米根茬处理技术及其作业机具存在的问题 [J]. 农机使用与维修, 2004 (2): 20.
- [11] 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.
- [12] Aggarwal, P, Goswami, B. Bed planting system for increasing water use efficiency of wheat (t aestivum) grown in Inceptisol (Typic Ustochrept) [J]. Indian J. Agric. Sci., 2003 (73): 422 - 425.

Abstract D: 1003 - 188X(2008) 08 - 0208 - EA

Mode Research on Dealing with Maize Stubbles for Ridge Tillage and Conservation Tillage

LUO Hong - qi¹, GAO Huan - wen², SHEN Xiao - hong¹

(1. College of Mechanical and Automation Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100037, China; 2. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: On the base of analyzing the actuality of dealing with maize stubbles and the characteristic of combination for ridge tillage and conservation tillage, two modes are brought forward to dispose of maize stubble for ridge - tillage and conservation tillage. One mode is shallow rotary for the planting zone, while the other mode is avoiding stubbles for raised beds tillage. Then analyzing their feasibility and characteristic, respectively.

Key words: ridge tillage and conservation tillage; disposing of stubble; maize; mechanization