

林德志,胡志超,于昭洋,等. 免耕播种机秸秆处理装置研究现状与发展[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):13-16.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.004

免耕播种机秸秆处理装置研究现状与发展

林德志^{1,2}, 胡志超², 于昭洋², 顾峰玮², 吴 峰², 吴 努¹

(1. 南通大学机械工程学院, 江苏南通 226019; 2. 农业部南京农业机械化研究所, 江苏南京 210014)

摘要:概述了免耕播种机秸秆处理装置的目的及意义,总结了现行免耕播种机秸秆处理装置的种类,分析各种类型的特点以及处理秸秆的原理,并总结概括了现行免耕播种机秸秆处理装置存在的问题和不足。简要分析了全秸秆覆盖免耕播种机秸秆处理装置的特点、工作原理,并通过田间试验指出其存在的问题。

关键词:秸秆;秸秆处理装置;应用现状;全秸秆覆盖免耕播种机

中图分类号: S223.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-013-04

当前,我国的空气污染问题日益突出,每逢秋末冬初,持续的雾霾天气笼罩着全国多个省份,给人们的生产生活和身体健康造成了极大的危害。造成空气污染的主要原因之一就是农村的农作物秸秆焚烧,收获后的农作物秸秆废弃在田间,基本无利用价值且不易清理,就地焚烧成了农民“最省事”的办法。破解秸秆焚烧最有效的解决办法就是采取保护性耕作,对农田实行免耕、少耕,让作物秸秆、残茬覆盖地表,这样既可以提高土壤肥力、抑制沙尘暴,又能够避免秸秆焚烧^[1]。而免耕播种机又是机械化保护耕作的核心。在免耕播种机作业播种的过程中,残茬秸秆的处理是一个非常重要的关键环节,无论是播种种子还是播种后的施肥环节,作为免耕播种机作业的第一步,就是对残茬秸秆的处理,将残茬秸秆清理干净,以利于后续免耕播种机的播种和施肥等作业,从而能够保证作业的顺畅性、高效率;如果残茬秸秆清理不当,就会造成机具堵塞卡滞,架种、晾种等问题,不仅影响作业顺畅性,而且影响播种质量^[2]。因此,秸秆处理装置的研究对提高免耕播种机作业的顺畅性和劳动生产率有着重要的意义。

1 国外免耕播种机秸秆处理装置

国外目前免耕播种机上采用的秸秆处理装置常见的有 2 种,即圆盘刀式秸秆处理装置和尖铲式秸秆处理装置^[3]。

1.1 圆盘刀式秸秆处理装置

圆盘刀主要有 3 种形式:光盘圆盘刀、波纹圆盘刀和缺口圆盘刀。圆盘刀式秸秆处理装置多数使用滚动圆盘切刀来破土切茬,其类型主要有平圆盘切刀、偏置锯齿型圆盘切刀、偏置波纹型圆盘切刀、缺口圆盘切刀、带限深轮缘的圆盘切刀和残茬处理双圆盘刀等类型。其工作原理是圆盘刀随机架滚动,靠重力切茬,也可以靠液压予以施加垂直向下的力增加圆盘刀的切茬效果。如果土壤表面比较硬,圆盘切刀可以将残

茬切断,而当在松过或耕过的田地里工作时,它们会将残茬压进松软的土壤里。从而播种机能够顺利地完成作业,播下的种子和施下的肥料不会裸露在秸秆上。直径大的圆盘切刀相比直径小的圆盘切刀切茬要容易,但其需要的垂直压力也相对较大。动力驱动的圆盘切刀切茬效果较好,能使免耕播种机在残茬覆盖地顺畅地播种而不发生堵塞现象,但是结构复杂。带限深轮缘的圆盘切刀和残茬处理双圆盘刀切割残茬要比普通圆盘切刀容易。国外的免耕播种机大多数采用圆盘刀式秸秆处理装置,但是每个圆盘刀需要增加配重,结构庞大笨重,耗用钢材多,制造成本高^[3-4]。

美国 Great Plains 公司生产的 3P605NT 型免耕播种机(图 1)和巴西 Baldan 公司生产的 SPD5000 型小麦免耕播种机(图 2)都采用圆盘刀式秸秆处理装置。3P605NT 型免耕播种机采用大波纹圆盘破茬、松土,在地表可以开出 10~20 mm 宽的沟,其后用单体仿形的双圆盘开沟器播种施肥,种、肥混施。作业时,重心位置在大波纹圆盘上,切茬能力较强,该机为悬挂式,质量为 1 034 kg,工作幅宽为 1.83 m,播种行距 19.05 cm/行数 9 行^[5]。SPD5000 型小麦免耕播种机,同型号的还有 SPD3000 和 SPD4000 型,整机质量分别达到 4 223、3 812、3 401 kg,牵引式,配套动力分别为 85、70、55 kW 以上拖拉机^[3,6-7]。



图1 Great Plains 公司生产的 3P605NT 型免耕播种机

1.2 尖铲式秸秆处理装置

尖铲式秸秆处理装置的特点是质量轻而入土能力强,具有结构简单、易制造和成本低等优点。其工作原理是靠自身和附加的重力,在牵引力作用下,它的前棱和两侧对称曲面使土壤沿曲面上升侧滑,并将残茬、表层干土块、杂草等向两侧

收稿日期:2014-12-12

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-14-08B);中国农业科学研究院科技创新工程。

作者简介:林德志(1989—),男,安徽六安人,硕士研究生,主要研究方向为耕种机械。E-mail:961369927@qq.com。

通信作者:吴 努,教授,硕士生导师,研究方向为机械设计、纺织机械。E-mail:653534738@qq.com。



图2 巴西 Baldan 公司生产的SPD 5000 小麦免耕播种机

抛出。对播前整地要求不高,可在垄作留茬地上开沟,有利于清除垄上残茬和杂草。但作业时,下层湿土有上翻趋向,保墒性能较差,开沟阻力较大^[3-4]。

加拿大 Flexi-Coil 公司生产的 5000 型免耕播种机采用非动力驱动铲式开沟器破茬松土(图3),镇压轮为多排结构且距开沟器有一定的距离,可以有效防止机具挂草。该机整机长为 17.4 m,种行宽度可调,有 18.3、22.9、30.5、36.6 cm 4 种规格,播种方式为气力式排种,压缩空气与种子箱系统在最后方,其重量由自身的轮子支撑以保证开沟器对土壤的压力的稳定性,确保精确的开沟深度^[4-5,8]。同样采用非动力驱动铲式开沟器破茬松土的还有澳大利亚 John Shearer 公司生产的 4 Bin Direct Drills 免耕条播机(图4),该机具有 4 个种箱,可以在 1 个工作行程播种 4 种作物,整机上可以装 4~6 个开沟器,且每 2 个开沟器之间的间隔较大,可以很好地防止堵塞,增加作业的顺畅性^[3,6,8]。



图3 Flexi-coil 5000 型免耕播种机

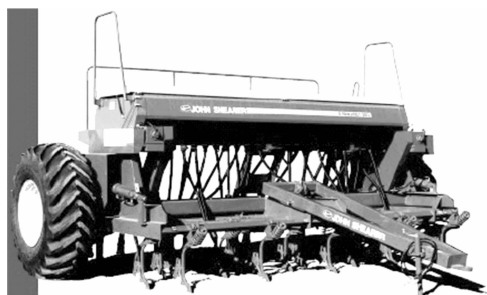


图4 John Shearer 4 Bin 免耕播种机

国外对免耕播种机具的研究已取得较大成就,且其秸秆处理装置的研究也相当成熟,能够较顺畅完成作业,但是当在秸秆量大或种植窄行作物时存在机具堵塞、秸秆覆盖种行、种子可能播在秸秆上等问题且欧美发达国家多为单熟制、休耕制,田块大、机具多以重型、大型设备为主,我国直接借鉴和应用可能性不大。

2 国内免耕播种机秸秆处理装置

国内目前免耕播种机上采用的秸秆处理装置常见的有 3 种^[3]:一是圆盘刀式秸秆处理装置;二是尖铲式秸秆处理装置;三是带状旋割秸秆处理装置。

2.1 圆盘刀式秸秆处理装置

国内免耕播种机上圆盘刀式秸秆处理装置和国外的基本相同,但是由于我国的地块小、经济条件差,所以免耕播种机的质量相对较小,需通过液压系统对其施以向下的垂直分力,以增加圆盘刀的切割能力。

中机美诺生产的 6115 型免耕播种机采用波纹圆盘刀破茬松土,切茬效果较强(图5)^[9]。该机整机质量为 1 973 kg,配套动力 55 kW,播种行数为 15 行、行距为 19 cm,工作幅宽 2.85 m,工作效率为 2.28 hm²/h,能播种小麦、大豆、牧草、油菜等中、小粒种子作物,可一次完成破茬、开沟、播种、施肥、覆土、镇压作业^[6,9]。另外,由中国农业大学参与的国家“十五”科技攻关课题组研制的斜置驱动缺口圆盘免耕播种机(图6)^[10],该机采用动力驱动式圆盘破茬装置,即在开沟器前装有斜置缺口圆盘刀,利用圆盘刀在旋转过程中切断残茬并将土壤向后抛洒。在实际作业过程中,由于轴端附近的圆盘刀与免耕播种机的侧板距离较小,容易发生秸秆堵塞^[6]。

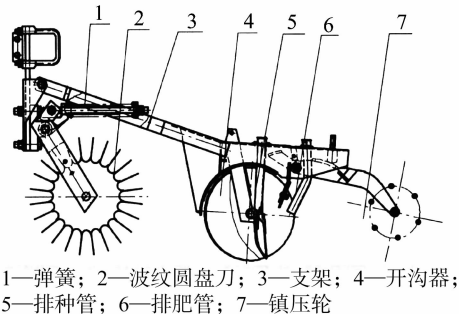


图5 6115 型免耕播种机

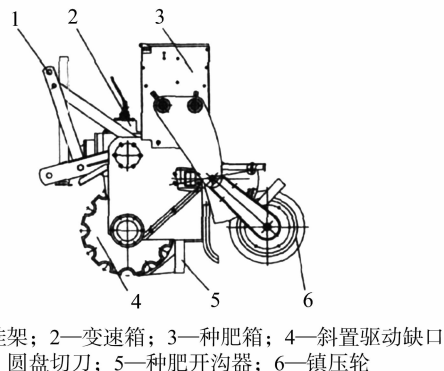


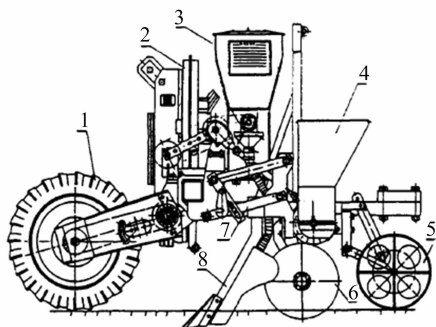
图6 斜置驱动缺口圆盘免耕播种机

2.2 尖铲式秸秆处理装置

国内的尖铲式秸秆处理装置同国外的相仿,同样由于我国的基本国情,其机具质量相对较小,需通过液压系统增加其向下的垂直分力,以增加尖铲的入土能力。

大连农牧机械制造厂生产的 2BQM-6A 型免耕播种机(图7)^[11]与河北农哈哈机械有限公司生产的农哈哈 2BYF-4 型玉米施肥播种机(图8)都采用尖铲式破茬松土装置,能有效减小作业阻力,提高作业效率。2BQM-6A 型免耕播种

机在小麦秸秆量为 965 kg/hm^2 、秸秆含水率为 64.3% 的地中播种,通过系数可达 0.97,通过性较好^[4-5]。2BYF-4 型玉米施肥播种机整机质量为 190 kg,配套动力 11~13.2 kW,播种行距 500~640 mm,播种行数 3 行^[7]。



1—地轮; 2—风机; 3—肥箱; 4—种箱; 5—镇压轮; 6—开沟器; 7—四杆机构; 8—尖铲式破茬松土器

图7 2BQM-6A 型免耕播种机



图8 2BYF-4 型免耕播种机

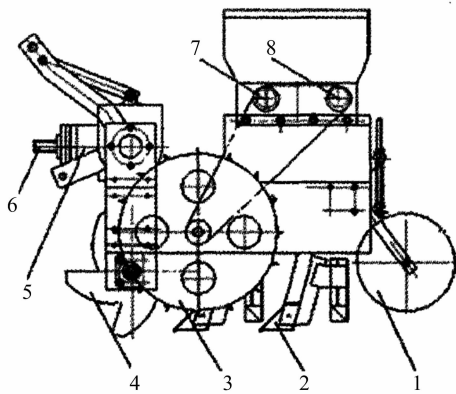
2.3 带状旋割秸秆处理装置

带状旋割秸秆处理装置是在开沟器前设置有旋转刀具,其工作原理是作业时,旋转刀具将作物的秸秆、根茬打碎或打走,在播行形成种床,适用于直立玉米秸秆或秸秆还田地播种小麦,也可用于播种玉米^[3]。河北省农机局组织河北农哈哈机械有限公司生产的 2BMFS-5/10 型带状浅旋小麦覆盖施肥播种机见图 9^[12]。该机采用带状浅旋刀破茬松土装置,可以将开沟器前的秸秆旋耕粉碎并与土壤混合,可在大量的玉米秸秆覆盖地上作业,整机质量为 600 kg,配套动力 36.8~47.8 kW 拖拉机,工作幅宽 1 900 mm,播种行距范围:玉米 380 mm,小麦宽行 260 mm、窄行 120 mm^[6,8]。农业部保护性耕作研究中心研制的 2BMD-12 小麦对行免耕播种机见图 10^[13]。其同样采用带状旋耕刀破茬松土装置,能够用于玉米收获后,在秸秆直立状态下地作业。该机配套动力为 43 kW 以上拖拉机,播种幅宽 2 800 mm,播种平均行距 200~233 mm^[8]。

我国对免耕播种机的研究起步较晚,主要是对国外免耕播种机的消化和吸收,研究适合我国国情的免耕播种机,并取得了不小的成就,但是当秸秆覆盖量大、留茬较高时,易堵塞卡滞,影响作业质量。

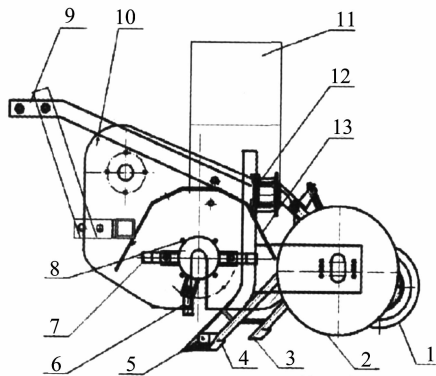
3 全秸秆覆盖免耕播种机的秸秆处理装置

针对现有的免耕播种机存在当地表秸秆量大或留茬高时极易造成机具入土部件挂草、壅堵和架种、晾种等问题,农业部南京农业机械化研究所创新性研制出了全秸秆覆盖免耕播



1—镇压轮; 2—开沟器; 3—地轮 4.带状浅旋破茬刀; 5—变速箱; 6—变速箱输入轴; 7—排种箱; 8—排肥轴

图9 2BMFS-5/10 型带状浅旋小麦覆盖施肥播种机



1—镇压轮; 2—仿形地轮; 3—种管; 4—肥管 5.开沟器; 6—L型弯刀; 7—直刀; 8—粉碎刀轴; 9—悬挂杆; 10—侧板; 11—种肥箱; 12—固接器; 13—罩壳

图10 2BMD-12 小麦对行免耕播种机

种机(正处于试验阶段),该机可一次性完成碎秸、清秸、播种、施肥、播种后覆秸等作业工序。其作业过程为:首先利用秸秆处理装置将待播区内的秸秆捡拾、粉碎,通过横向推送及风力提升后向后抛撒,在秸秆未落下、地表无秸秆的空档处播种施肥,粉碎后的秸秆再由抛洒装置均匀地覆盖于播种后的地面上。该机具不仅能够解决现有免耕播种机的技术难题,而且覆盖后的秸秆能够起到很好的肥效以及达到“准地膜”的覆盖效果;且通过更换部分作业部件,可播种不同的作物。

3.1 工作原理

秸秆处理装置是全秸秆覆盖免耕播种机的核心,其主要作用是将待播区域内的秸秆清理干净,为后续的播种、施肥等工作部件营造“洁净”的工作环境,从而解决开沟器壅堵、架种、晾种等问题。其具体结构如图 11 所示^[14]。

全秸秆覆盖免耕播种机的秸秆处理装置是利用拖拉机动力输出轴输出动力,经万向节带动变速齿轮旋转,通过变速齿轮加速后带动三角带传动,从而带动秸秆粉碎刀轴以及搅龙、风机高速旋转。且在秸秆粉碎刀轴上装有 Y 型甩刀,工作时甩刀离地有 5 cm 的高度,高速旋转的甩刀可以将直立或者倒伏的秸秆打成多段,同时由于甩刀的高速旋转,在秸秆处理装置入口处形成负压区,断秸以及未被打断的秸秆被吸入机体内,与机体内安装的定齿相遇,从而被剪切粉碎。粉碎后的秸秆被气流送至粉碎刀轴后方设置的横向输送搅龙,碎秸通

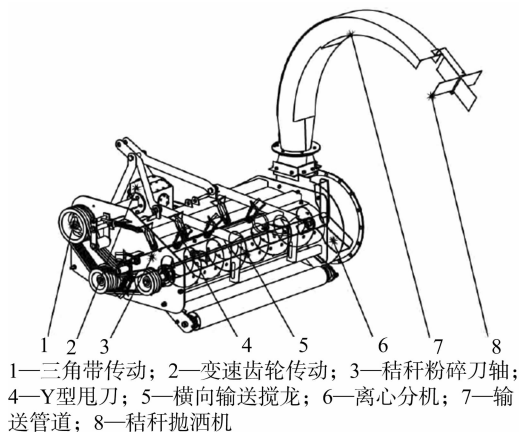


图11 秸秆处理装置结构

过旋转的螺旋输送搅龙推送至离心风机,并在风机叶片高速旋转产生的离心力以及获得能量的气流联合作用下,从设有秸秆抛洒机构的输送管道出口抛出,越过种箱、肥箱,均匀地覆盖于播后地表。

3.2 田间试验

该机于2014年11月4—13日(其间7、8日2 d下雨),在江苏省农业科学院试验基地(位于南京市六合区竹镇)分别做了玉米茬小麦免耕播种与水稻茬小麦免耕播种的试验。其中前茬作物为玉米的田地 1.387 hm^2 ,玉米茬秸秆高度 $1\,736\text{ mm}$,株距 345 mm ,秸秆直径从秆顶的 5.3 mm 到秆底的 20.6 mm 逐渐增大;前茬作物为水稻的田地 0.96 hm^2 ,先前收获水稻时采用的是全喂入联合收获机,留茬高度 400 mm ,株距 200 mm 。试验期间田间秸秆覆盖效果如图12、图13所示,2幅图都是左边的是待播区域,右边是已播区域。



图12 水稻茬小麦免耕播种期间秸秆覆盖效果



图13 玉米茬小麦免耕播种期间秸秆覆盖效果

3.3 存在的问题

(1)当遇到田间不平整处,尤其是两边低中间高的地方,

甩刀会将大量凸起的土壤甩至搅龙,并输送到离心风机处,造成风机的堵塞卡滞。

(2)当秸秆的直径较小,如水稻茬、小麦茬,且其含水量过高时,粉碎后的秸秆容易堆积成团状,会造成风机出口段的管道堵塞卡滞。

(3)管道出口处的秸秆会缠绕在抛洒机构的旋转轴上,当缠绕的量过多时,会造成抛洒机构由于摩擦阻力过大而旋转速度变慢乃至停滞,从而影响秸秆的覆盖均匀性。

4 结语

随着焚烧农作物秸秆造成的空气污染、交通堵塞等问题日渐突出,对免耕播种机秸秆处理装置的理论研究与创新显得尤为重要;因此,需要重视对免耕播种机秸秆处理装置的理论研究与创新。我国在总结吸收国外免耕播种机秸秆处理装置的基础上,研制出了许多适合我国国情的免耕播种机秸秆处理装置,但是也存在不少问题,所以要对现有秸秆处理装置进行优化,进一步改进和完善现有装置,提高免耕播种的质量。同时,根据不同地区特点及广大人民的需求,发展有利于免耕播种机播种的秸秆处理装置,从而提高农民的积极性、减少乃至杜绝焚烧秸秆,进而能真正解决焚烧秸秆带来的环境污染问题以及为全面实施保护性耕作提供有效的技术支撑。

参考文献:

- [1]王 幸,王宗标,齐玉军,等. 保护性耕作研究与应用进展[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):3-7.
- [2]胡志超. 我国免耕播种技术研发取得突破性进展——南京农机化所破解全秸秆覆盖旱地机械化夏直播技术难题[J]. 农机科技推广,2013(7):10.
- [3]李 卫. 驱动圆盘破茬式玉米免耕播种机试验研究[D]. 北京: 中国农业大学,2006.
- [4]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.
- [5]姜铁军. 免耕播种机轮齿式破茬机构设计与试验研究[D]. 长春: 吉林大学,2013.
- [6]王汉羊. 2BMFJ-3型麦茬地免耕播种覆秸大豆精密播种机的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学,2013.
- [7]何 磊. 茬地免耕精量播种机关键部件设计与研究[D]. 石河子: 石河子大学,2011.
- [8]牛博英. 小麦免耕播种机双向螺旋刀防堵装置的研究[D]. 保定: 河北农业大学,2009.
- [9]赵 明,贾晶霞,沈永宁,等. 6115Z型免耕施肥播种机的研制[J]. 农业机械,2008(19):61-62.
- [10]马洪亮,高焕文,李洪文,等. 斜置驱动圆盘免耕播种机设计与试验[J]. 农业机械学报,2006,37(5):45-47, 66.
- [11]胡鸿烈,丁加明,曾爱军,等. 2BQM-6A型免耕播种机的研制[J]. 北京农业大学学报,1993,19(2):41-47.
- [12]张锋伟,赵武云,吴建民. 2BMFS-5/10型多功能免耕覆盖施肥播种机的研制[J]. 农业机械,2007(20):69-71.
- [13]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.
- [14]陈有庆,吴 峰,顾峰玮,等. 麦茬全秸秆覆盖地花生免耕播种机试验研究[J]. 中国农机化学报,2014,35(2):132-135.