

2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸播种机适应性研究

牛媛媛¹,徐铭辰¹,陈海涛²,余永昌¹

(1. 河南农业大学 机电工程学院,河南 郑州 450002; 2. 东北农业大学 工程学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:为满足我国黄淮海地区农民对大豆免耕播种机的需求,国家大豆产业技术体系的专家联合东北农业大学研制了2BMFJ-6型麦茬地免耕覆秸施肥播种机。对该机具关键部件清秸防堵装置和施肥播种组合单体等进行了相应的试验分析和适应性研究。根据免耕播种机性能检测项目与检测方法,对该机具进行了田间试验。试验证明,2BMFJ-6型麦茬地免耕覆秸施肥播种机一次进地能顺利完成种床整备、侧深施肥、精密播种、覆土镇压和秸秆覆盖等作业,播种效果较好、作业效率、稳定性和可靠性较高,在黄淮海地区适应性较强,是一种较为理想的麦茬地大豆免耕播种机。

关键词:保护性耕作;麦茬地;免耕播种机;清秸覆秸装置;适应性

中图分类号:S225. 6 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2015. 03. 0497

Study on the Adaptability of 2BMFJ-6 Type No-till Soybean Precision Planter with Straw-Covering in Wheat Stubble Fields

NIU Yuan-yuan¹, XU Ming-chen¹, CHEN Hai-tao², YU Yong-chang¹

(1. College of Mechanical & Electrical Engineering of Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. College of Engineering of Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: In order to meet the needs of farmers in our country region of Huang-huai-hai to soybean no-till planter, expert of national soybean industry technology system combined the Northeast Agricultural University developed BMFJ 2-6,the stubble land of no tillage straw fertilizing and seeding coating machine. This article has carried on the corresponding test analysis and adaptability of the device which cleaning straw to collect key components and the fertilization seeding monomer of the machine. According to the properties of no tillage planter test items and methods of detection, the equipment was tested in field. The test proved that the 2BMFJ-6 type no tillage stubble land of straw fertilizing and seeding coating machine once could complete bed into the setup, and deep side fertilizing, precision seeding, soil covering press and straw mulching operation smoothly etc. The seeding effect was better, the operation efficiency, stability and reliability were higher. The adoptability in Huang-huai-hai region was stronger, it is an ideal soybean stubble land of no tillage planter with wheat stubble fields.

Keywords: Conservation tillage; Wheat stubble land; No-till planter; Cleaning and covering mechanism; Adaptability

我国黄淮海一年两熟地区农耕历史悠久,是我国重要粮食生产基地之一。冬小麦—夏大豆一年两熟制种植体系是该地区大豆生产的特色,黄淮海地区的冬小麦年播种面积达3亿多hm²,产量较高^[1]。但是该地区冬小麦收获后田间秸秆量大、麦茬高,近些年在该地区使用的免耕播种机在麦茬地播种后缺苗断垄的现象较为严重,严重影响了双季作夏大豆的免耕播种质量。而且由于该地区夏大豆适耕期短,近年当地农民多选用焚烧秸秆的方式来抢墒播种,这严重破坏了当地的生态环境。针对这一现状,国家大豆产业技术体系专家根据黄淮海地区的实际情况设计了一种新型的麦茬地大豆免耕播种机-2BMFJ-6型麦茬地免耕覆秸施肥播种机,以解决该地区免耕播种机出现的留茬地易堵塞问题,提高作业质量,降低作业成本。

1 适用性研究的目的及内容

农业机械的适用性是指在一定的作业条件下农业机械性能满足农艺要求的能力,也可以说是农业作业性能相对于作业条件的协调融合的程度,是农业机械的基本性能,决定了其能否满足农业生产需要,增加农民收入^[2]。影响农机适用性的因素是多方面的,影响免耕播种机适用性的主要因素有:土质、土壤的坚实度、土壤的含水率、前茬作物品种、单产、秸秆量、秸秆等的处理方式^[3]。评价农业机械在某一作业条件下(即某一种工作状况)适用性的好坏,是要通过评价在这种作业条件下,该机具各个受适用性影响的性能指标来实现的^[4]。

对2BMFJ-6型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机进行田间生产试验,主要是为了进一步检验该机

收稿日期:2014-02-18
基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04);国家公益性行业(农业)科研专项基金(201303011-4)。
第一作者简介:牛媛媛(1987-),女,硕士,主要从事覆秸式大豆免耕播种机适应性研究。E-mail:874086154@qq.com。
通讯作者:余永昌(1955-),男,教授,博导,主要从事农业装备与机器系统研究。E-mail:hnyych@163.com。

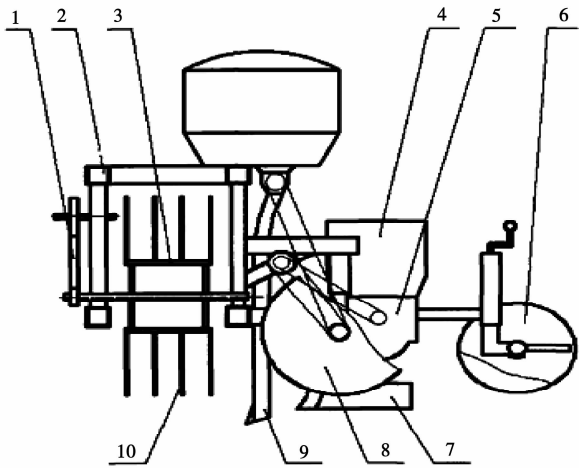
具在大面积作业条件下的作业质量、适应性及可靠性等指标。通过对 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机的防堵、开沟装置和播种施肥单体的研究,对其通过性,土壤扰动量,秸秆覆盖量及晾籽情况等进行试验,旨在总结该机的适用性结论,为黄淮海地区广大农民提供合适的大豆免耕精量播种机。

2 防堵、开沟装置和播种施肥单体研究及相关试验

2.1 防堵、开沟装置和播种施肥单体研究

2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机(图 1)主要由清秸覆秸装置、施肥装置、播种单元体和地轮四部分组成^[5]。播种机采用三点悬挂式与拖拉机相连,作业时由清秸覆秸装置将播种带内的根茬切断、清除,连同秸秆等一起抛撒至机具前进方的两侧,清理出干净的播种带,然后由施肥和播种开沟器在清理出的播种带上完成开沟作业。同时,由两侧地轮为施肥装置和排种器提供动力,从而完成施肥、播种作业,最后由覆土镇压装置完成已播地的覆土和镇压作业,保证种子与土壤紧密接触,为种子的发芽提供充足的水分和养分,提高出苗率。

2.1.1 防堵装置 黄淮海地区秸秆量大,原有的播种机机型在该地区使用时易出现秸秆堵塞、缠绕等问题,严重影响了免耕播种机在该地区的播种效果。2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机采用主动式防堵装置进行清堵,该机具的清秸覆秸装置主要有机架、压草板、覆秸控制板、花键轴、清秸覆秸刀齿总成、链传动装置等部件组成(图 2)。清秸覆秸刀齿采用螺旋线排列方式均布于刀轴上,清秸覆秸刀齿总成分别布置于每个播种单元体的正前方,中间清秸覆秸刀齿总成与两侧的清秸覆秸刀齿等距交错布置,以利于秸秆传递。作业时,拖拉机动力输出轴经万向节驱动花键轴逆时针转动,再经花键轴逆时针旋转,固定在清秸覆秸刀齿总成上的清秸覆秸刀齿采用直刀式将播种带内的根茬切断、清除,连同秸秆、杂草等抛撒至机具前进方向的两侧,清理出干净的播种带,达到清秸的目的。当秸秆覆盖高度超过机架下梁时,压草板可将秸秆压低,秸秆从压草板下滑过,进入清秸覆秸装置内部,然后由清秸覆秸刀齿将其抛出,从而避免了秸秆拖堆现象的发生。当机具回程作业时,清秸覆秸刀齿将本行程播种带内的秸秆和根茬回拨至已播地表,完成覆秸作业。该机具采用的清秸覆秸防堵装置在工作过程中不入土作业,所以避免了旋耕式防堵技术那样对土壤过度扰动,因而符合保护性耕作要求。



1:链式传动机构; 2:机架; 3:清秸覆秸装置; 4:种箱; 5:排种器; 6:双圆盘覆土镇压器; 7:开沟器; 8:地轮; 9:施肥装置; 10:弹齿总成。
1: Chain transmission mechanism; 2: Frame; 3: Cleaning and covering mechanism; 4: Seeding box; 5: Metering device; 6: Double disc roller sealer; 7: Furrow opener; 8: Land wheel; 9: Fertilizer device; 10: Elastic gear assembly.

图 1 麦茬地免耕覆秸精量播种机结构示意图
Fig. 1 Structure diagram of the 2BMFJ-6 type stubble no-till soybean precision planter with straw-covering in wheat

2.1.2 开沟装置 保护性耕作要求机具要尽量减少对土壤的扰动量,防止破坏土壤结构和造成较大的跑墒。开沟器是免耕播种机重要的土壤工作部件,开沟器将直接影响播种机的播种质量和种子的出苗情况^[6]。图 3 为 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机开沟器开出的种床示意图。

2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机有凿式施肥开沟器和锐角滑靴式播种开沟器两个开沟装置。其播种开沟器选用锐角滑靴式移动开沟器,锐角开沟器作业时土壤反力的分力垂直向下,当工作阻力增大时,开沟器下扎,易入土,无需很大的配重,且对土壤量扰动小,开沟宽度较窄,回土效果好。2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机采用侧深施肥的方式,作业时凿式施肥开沟器将肥料均施于种侧 5 cm,种下 5 cm 的位置,这样可避免种子和化肥直接接触而伤种,影响出苗率。该机具还采用平行四杆仿形机构,可在作业过程中保证开沟器入土角始终不变而沟底平整,使开沟深度保持一致性和稳定性,有利于出苗整齐。

2.1.3 播种施肥单体 免耕播种机的最终目标是将种子和肥料按照农艺要求均匀、精确地播于田间,播种施肥单体是实验这一目标的关键。2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机与清秸覆秸装置紧固相连的施肥播种单元体主要由平行四杆仿形机构、播种开沟器、大豆精密排种器、肥箱、种箱

和覆土镇压器等组成^[5]。小麦茬地免耕覆秸播种机在动力驱动下完成清秸工作,与此同时播种施肥单体在其清扫过的地面进行施肥、开沟、播种和覆土镇压工作。BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机施肥装置位于种侧 5 cm,种下 5 cm,其动力来源于右侧地轮,且施肥量可调;排种器靠近开沟器,采用了无动力驱动的匀轮式精密排种器,并降低了排种高度。该机具采用双圆盘式覆土镇压器,可同时完成仿形、覆土和镇压三项工作,有效缩短播种单元体的长度,并且能根据不同的土壤和作业条件,调整适当的覆土量和覆土深度,从而保证已播种子的最佳覆土效果。



图 2 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机清秸覆秸装置

Fig. 2 The cleaning and covering mechanism of the 2BMFJ-6 type stubble no-till soybean precision planter with straw-covering in wheat

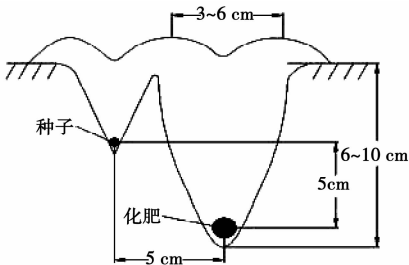


图 3 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机开沟器开出的种床示意图

Fig. 3 Structure diagram of the bed for 2BMFJ-6 type stubble no-till soybean precision planter with straw-covering in wheat of furrow opener

2.2 适应性试验

2.2.1 试验地条件 河南豫东地区属黄淮大豆生态区域,豫东地区大豆种植为麦茬夏大豆,是该地区继小麦、玉米之后的第三大粮食作物。该地区夏大豆近年来面积稳定在 13.3 万 hm² 左右,主要分布

在永城、夏邑、柘城、郸城、兰考、通许等县市,其中永城市大豆种植面积最大,约为 4.3 万多 hm²。2014 年永城市开始引进 2BMFJ-6 型麦茬地免耕覆秸施肥播种机使用,2BMFJ-6 型麦茬地免耕覆秸施肥播种机可以在麦茬近 40 cm 高的原茬地上完成作业,机具一次进地即可完成种床整备、侧深施肥、精密播种、覆土、镇压、覆秸等多重工序。

本试验于 2014 年 6 ~ 8 月在国家大豆产业体系永城市新桥乡综合试验站试验示范基地实施。试验地面积 280 hm²,前茬小麦于 6 月上旬收获,小麦产量约 500 kg·hm⁻²,试验地为小麦收后自然状态留茬地,留茬高度 20 ~ 40 cm,秸秆量 33.3 kg·hm⁻²(不含麦茬)。在试验地块布置 2 种地表覆盖:(1)小麦收获后,秸秆直立,秸秆未作处理,自然留茬地;(2)小麦收获后,人为将秸秆粉碎还田。

永城市新桥乡试验地土壤类型为砂浆黑土;试验用大豆品种为冀豆 17,百粒重 28.6 g,种子含水率 1%,净度 99%;肥料为大豆专用肥(N12-P18-K15)。

2.2.2 试验方法 我国目前针对免耕播种机的国家标准和技术规范主要有:中华人民共和国国家标准《免耕施肥播种机》(GB/T 20865-2007)、农业部发布实施的农业部技术规范《2007 年小麦免耕播种机选型大纲》等。根据农业部农机试验鉴定总站制定的免耕播种机播种质量检测指标,播种性能试验测试内容包括常规的机具通过性、土壤扰动量、秸秆覆盖量、播种后晾籽情况等^[7-11]。依据《免耕播种机选型试验大纲》和免耕播种机性能检测项目与检测方法,本试验指标测试方法如下:

(1)通过性试验:保护性耕作是指在有大量秸秆或残茬覆盖的地表状态下,进行免耕或少耕播种,只要能保证种子发芽即可,主要是通过农药来控制地里的杂草和病虫害^[12]。免耕播种机作为保护性耕作的主要机具,不仅需要具备普通播种机的性能,还要能够在地表有前茬作物根茬或秸秆覆盖的情况下实现免耕播种^[13-14]。因此免耕播种机优越的防堵性能是其顺利播种的关键。在 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机正常工作过程中,选取其中连续作业 60 min 工作时间,考察此段时间内,播种机因各种故障而停车修整的次数,并记录其排除故障时间,重复 3 次来检测该机型免耕播种机的通过性。2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机通过性试验结果见表 1。免耕播种机的通过性公式为:

免耕播种机的通过性 = [1 - (排除故障时间 / 60)] × 100% (1)

(2)土壤扰动量、秸秆覆盖量及秸秆覆盖率试验:A. 动土量测试 - 保护性耕作要求用大量秸秆覆

盖地表,将耕作减少到只要能保证种子发芽即可,所以要求保护性耕作机具播种时的土壤扰动量要小,即开沟播种时的动土量要尽量小,这样在达到保墒保水目的的同时可以减少拖拉机的动力消耗。开沟器的土壤扰动量计算公式为:

$$\eta = \frac{D}{S} \times 100\%$$

(2)

式中: η 为土壤扰动率,%; D 为实际的开沟宽度,mm; S 为播种行距,mm。

B. 地表秸秆覆盖率的测定 - 用 50 m 的绳子,每隔 0.2 m 做一个标记(记号宽度在 1 m 左右),共计 251 个记号。测定时,沿地块对角线铺放绳子,数记号下面有秸秆的点数,除以记号数,即为地表秸秆覆盖率。每个测量重复 54 次,取其平均值。

地表秸秆覆盖率(%) = (有秸秆的点数/记号总数) × 100

(3)

C. 秸秆覆盖量的测定 - 用铁丝制作一个 1 m × 1 m 的方框,在测量地块按 S 型选 5 个点,将方框排放在地表,捡出方框内的全部秸秆(不要下面的根茬),将秸秆自然风干,称质量。

秸秆覆盖量/hm² = 10 000 × 秸秆平均质量(5点)

(4)

2014 年 6 月 9 日,在永城市新桥乡综合试验站试验地进行了土壤扰动量、秸秆覆盖量及秸秆覆盖率的试验,试验结果显示,2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机对土壤扰动率为 1.13%,播后秸秆覆盖量为 0.91 kg,秸秆覆盖率为 76%,种带内

为 52%。

(3) 晾籽情况试验:晾籽是指播种作业后,裸露在地表的种子^[7]。2014 年 6 月 9 日,在上述同一块地,2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机以 3 ~ 5 km·h⁻¹ 的正常作业速度播种,稳定作业 60 m,往返作业一次,人工观察 50 m 范围内的晾籽点数,并分别进行 3 次晾籽情况测试,均取其平均值。

(4) 田间出苗率试验:在出苗整齐后测定田间出苗率,按对角线取 5 个小区,小区宽度等于一个工作幅度,每行测定 10 ~ 20 粒距长度,测得各行出苗率,每个小区测定 3 次并求均值,出苗率计算公式如下:

$$C = \frac{Q_s}{Q_c Y} \times 100$$

(5)

式中: C 为田间出苗率,%; Q_s 为实际出苗数,株·hm⁻²; Q_c 为播种密度,粒·hm⁻²; Y 为种子用价,mm,(种子用价 = 种子发芽率 × 纯洁率)。

式(5)中的播种密度可由测得的平均种子间距与行距进行计算,计算方法为:

$$Q_c = \frac{666}{XJ}$$

(6)

式中: X 为平均种子间距,m。

2.2.3 结果分析

(1) 由表 1 可以看出,2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机优于传统免耕播种机,其清秸能力很强,很好地改善了豫东地区免耕播种机易发生缠绕、在上述两种保护性耕作地均能顺利播种大豆。

表 1 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机通过性试验

免耕播种机类型	地表处理方式	重复	故障次数	排除故障时间	通过性
Planter type	Treatment	Repeat	Obstacle times	Remove obstacle time/min	Trafficability /%
2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机	秸秆粉碎覆盖	1	0	0	100.0
		2	0	0	100.0
		3	0	0	100.0
		总计 Total		无故障	100.0
2BMFJ-6 type no-till planter with straw-covering in wheat stubble field	根茬覆盖	1	1	5.1	91.6
传统机型	Cover with root stubble	2	0	0	100.0
		3	0	0	100.0
		总计 Total	1	5.1	97.2
		1	0	0	100.0
	秸秆粉碎覆盖	2	1	4.7	92.2
Tmditional type	Cover with crushing straw	3	1	8.3	86.2
		总计 Total	2	13.0	92.8
		1	2	10.7	82.2
		2	3	13.1	78.2
	根茬覆盖	3	5	20.4	66.0
	Cover with root stubble	总计 Total	10	44.2	75.7

(2)由土壤扰动量、秸秆覆盖量及秸秆覆盖率的试验可以看出(图 4),2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机动土量较小,播种后的秸秆覆盖

量和覆盖率适中,最小的覆盖率也有 52% ,完全大于保护性耕作的基本要求。

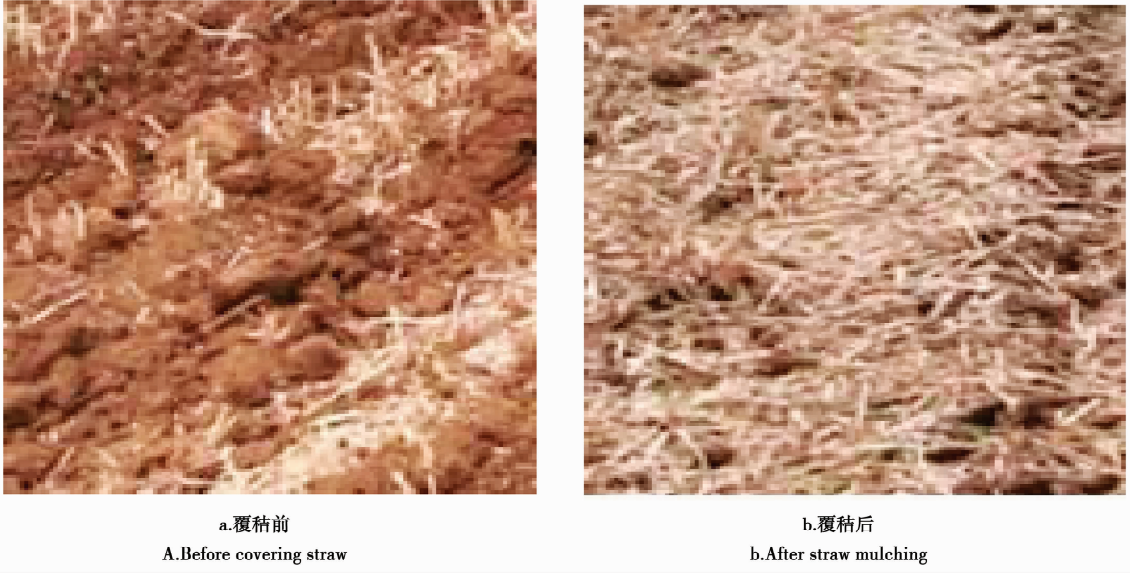


图 4 耕后地貌变化

Fig. 4 Changes in the topography after tillage

(3)由表 2 可以看出,与传统免耕播种机械相比,2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机的尖角滑靴式开沟器土壤扰动性较小,在干净的种带内能产生疏松的种床,因此在两种地块的晾籽情况都不严重,均能满足大豆播种的要求。

(4)由表 3 可以看出,2BMFJ-6 型覆秸式大豆免耕施肥播种机田间出苗率达 91. 65% ,出苗率高,苗带整齐,苗全,苗壮,无断条现象(图 5),为增产、增收奠定了良好的基础。

表 2 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机晾籽情况对比

Table 2 Comparison on drying seed of 2BMFJ-6 type no-still soybean preivision planter with straw-covering in wheat stubble field

处理 Treatment	次数 Repeat	2BMFJ-6	传统播种机 Traditional type
秸秆粉碎 Cover with crushing stubble	1	9	15
	2	7	17
	3	11	14
	平均值 Mean	9	15
根茬覆盖地 Cover with root stubble	1	6	15
	2	5	19
	3	3	23
	平均值 Mean	5	19

表 3 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机田间出苗率

Table 3 Emergence rate of 2BMFJ-6 type no-till soybean precision planter with straw-covering in wheat stubble field

测区 Plot	粒距数 Emergence seedling	出苗数	出苗率 Emergence rate /%	平均出苗率 Average emergence rate /%
1	21	19	93. 06	91. 65
2	18	15	85. 71	
3	20	17	87. 43	
4	17	17	100	
5	19	17	92. 03	

种子发芽率为 98. 2% ,纯洁率为 99. 0% 。
The seed germination rate was 98. 2% , the purity rate was 99% .



图5 2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机免耕播种大豆出苗情况
Fig. 5 Emergence situation of 2BMFJ-6 type no-till soybean precision planter with straw-covering in wheat stubble field

3 结 论

2BMFJ-6 型麦茬地大豆免耕覆秸施肥播种机为悬挂式,能实现种肥分施,配套动力较小,作业速度为 3~7 km·h⁻¹,行距 40 mm,播种深浅 30~50 mm,基本不缺穴,而且对土壤、秸秆量、秸秆干湿等环境要求不严。在有秸秆覆盖、根茬残留的麦茬地上进行免耕播种时,本机一次进地能顺利完成种床整備、侧深施肥、精密播种、覆土镇压和秸秆覆盖等作业,播种效果较好、作业效率、稳定性和可靠性较高,具有较强的地域适应性,是一种较为理想的麦茬地大豆免耕播种机。

参考文献

[1] 李卫东,张孟臣. 黄淮海夏大豆及品质参数[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2006. (Li W D,Zhang M C. Huang-huai-hai summer soybean and quality parameters [M]. Beijing:Chinese Agricultural Science and Technology Press,2006.)
[2] 牛永环,刘博. 农业机械适用性研究的发展探讨[J]. 农机化研究,2007(2):12-14. (Niu Y H,Liu B. Study on Suitability of Agricultural Machinery[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research,2007(2):12-14.)
[3] 中华人民共和国农业行业标准. NY/T 1645-2008,谷物联合收割机适用性评价方法[S]. 2008. (The People's Republic of China Agriculture Industry Standard. NY/T 1645-2008, Grain Combine Harvester Applicability Evaluation Method[S]. 2008.)
[4] 刘博. 农业机械适用性评价指标制定方法的研究[D]. 北京:中国农业大学,2009. (Liu B. To study and formulate methods for agricultural machinery applicability evaluation index[D]. Beijing: China Agricultural University,2009.)
[5] 王汉羊. 2BMFJ-3 型麦茬地免耕覆秸大豆精密播种机的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2012. (Wang H Y. Study on 2BMFJ-3 Type No-till Soybean Precision Planter with Straw-covering in Wheat Stubble Fields[D]. Harbin:Northeast Agricultural

University,2012.)
[6] 张喜瑞,李洪文,何进,等. 小麦免耕播种机防堵装置性能对比试验[J]. 农业机械学报,2010,41(2):73-77. (Zhang X R,Li H W,He J,et al. Comparative experiment on anti-blocking mechanism for wheat no-till planter [J]. Journal of Agricultural Machinery,2010,41(2):73-77.)
[7] 中华人民共和国国家标准. GB/T 20865-2007,免耕施肥播种机[S]. 2007. (The People's Republic of China National Standard. GB/T 20865-2007, No-till Fertilizing and Seeding Machine [S]. 2007.)
[8] 中华人民共和国农业行业标准. NY/T 1411-2007,小麦免耕播种机作业质量规范[S]. 2007. (The People's Republic of China Agricultural Industry Standard. NY/T1411-2007, Wheat No-till Planter Quality Specification[S]. 2007.)
[9] 中华人民共和国农业部技术规范. 2007 年小麦免耕播种机选型大纲[S]. 2007. (The People's Republic of China Ministry of Agriculture Technical Specification. Wheat No-till Planter Program Selection[S]. 2007.)
[10] 中华人民共和国国家标准. GB/T 9478-2005,谷物条播机试验方法[S]. 2005. (The People's Republic of China National Standard GB/T 9478-2005,Methods the Drill Test Crops[S]. 2005.)
[11] 农业机械试验鉴定办法[S]. 2005. (Agricultural Machinery Testing and Appraisal Methods[S]. 2005.)
[12] 王长生,王遵义,苏成贵,等. 保护性耕作技术的发展现状[J]. 农业机械学报,2004,35(1):167-169. (Wang C S,Wang Z Y,Su C G,et al. Development and application of protective farming technique [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2004,35(1):167-169.)
[13] 饶孟付. 保护性耕作条件下免耕播种机的技术要求[J]. 江苏农机化,2011(4):50. (Rao M F. The requirements of no-till planter technology under conservation tillage [J]. Jiangsu agricultural mechanization,2011(4):50.)
[14] 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):78-81. (Jia Y M,Shang C Q,Zhang Z G. Adaptability test and key technology research on conservation tillage[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2002,18(1):78-81.)