

## 2BJYM-4 型玉米大豆套播精量播种机的研究

屈哲<sup>1</sup>, 余泳昌<sup>1</sup>, 李赫<sup>1</sup>, 白玉林<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学 机电工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省巩义市农机局, 河南 巩义 451200)

**摘要:**玉米大豆间作种植是一种有效的增产增收技术,但是一次同时完成玉米大豆播种的播种机械尚未成型。为解决这一问题,设计研制出了 2BJYM-4 型玉米大豆套播精量播种机,可同时实现玉米大豆的精量播种。本文重点介绍了该播种机的构成、工作过程和主要机构,并对该机的播种性能进行了田间试验。结果表明:该机各项性能指标均达到了玉米大豆套播精量播种的技术要求,具有良好的工作可靠性、稳定性和适应性。该播种机的成功研制,为解决玉米大豆套播精量播种机械化问题和促进玉米大豆间作套种模式的推广,提供了装备技术支撑。

**关键词:**玉米;大豆;套播;精量播种机

**中图分类号:**S220 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2014)01-0119-05

## Research on 2BJYM-4 Type Precision Seeder for Interplanting Corn with Soybean

QU Zhe<sup>1</sup>, YU Yong-chang<sup>1</sup>, LI He<sup>1</sup>, BAI Yu-lin<sup>2</sup>

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Gongyi Agricultural Machinery Bureau of Henan Province, Gongyi 451200, China)

**Abstract:** Intercropping corn with soybean is an effective increase production technology, but the seeder which could accomplish sowing corn and soybean at once has not yet formed. In order to solve this problem, 2BJYM-4 type precision seeder was designed and manufactured, it could realized precision sowing corn and soybean at the same time. The paper introduced the structure, working process and main mechanism of the seeder. Field trials showed all performance indicators of the seeder reached technical requirement of precision sowing for interplanting corn with soybean, and it had the good reliability, stability and adaptability. The seeder would promote the popularization for intercropping corn with soybean.

**Key words:** Corn; Soybean; Interplanting; Precision seeder

玉米大豆间作种植是一种农业高效可持续发展的栽培技术。采用玉米和大豆宽窄行交替相间的种植方式,可充分利用二者的优势进行互补,实现玉米大豆成带状分布的特点,能有效地提高土地、养分、光、热、水等资源的利用率,而且还能培肥地力,减少病虫害,达到降低生产投入,提高玉米大豆产量的目的<sup>[1-3]</sup>。该种植模式是经济、社会、生态效益兼顾的先进农业科学技术,在不减少耕地的情况下,促进玉米大豆同时增收,提高粮油产量,对保障我国粮油安全具有重要意义<sup>[4]</sup>。目前我国玉米大豆间作种植普遍采用玉米和大豆分开分行播种,增加了机具作业次数,不便于田间的统一种植、管理和机械化作业<sup>[5]</sup>,致使该项栽培技术的推广应用受到制约。

在美国等发达国家,免耕、精少量播种和变量施肥等技术已经较为成熟,并朝着大型化、智能化、自动化等方向发展。近年来,我国在这些方面也取得了一定的成绩,但存在着发展不平衡,适应性差

等问题。为此,专门设计研制出了 2BJYM-4 型玉米大豆套播精量播种机,该机播种时不受前茬作物、秸草的影响,适应性强,工作运行平稳,作业质量好,可一次完成开沟、施肥、玉米大豆的精少量播种、覆土、镇压等多项作业。该机实现了间作种植模式下玉米大豆同时精量播种,一机两播,减少田间作业次数,有利于进行统一种植和管理。

### 1 2BJYM-4 型玉米大豆套播精量播种机的构造及性能指标

#### 1.1 机具结构

2BJYM-4 型玉米大豆套播精量播种机采用三点悬挂与拖拉机连接,该机具播种行数为 4 行,其中左右两边 2 行播玉米,中间 2 行播大豆,玉米大豆播种选用不同的专用排种器,并对排种器结构、参数等进行改进及优化设计,确保良好的排种效果。又因玉米大豆播种时所施种肥类型和施肥量不同,对肥料箱分开设计,通过对开沟机构和排种机构位置的

收稿日期:2013-08-05

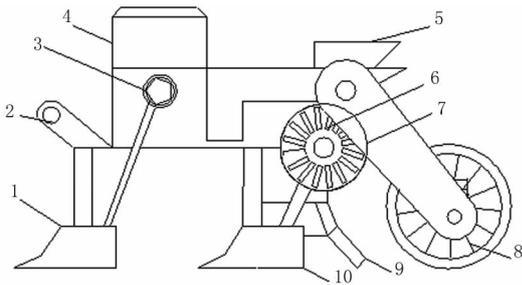
基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04)。

第一作者简介:屈哲(1988-),男,硕士,主要从事农业机械化技术方面的研究。E-mail:458365685@qq.com。

通讯作者:余泳昌(1955-),男,教授,博士生导师,主要从事农业机械化技术与装备方面的研究。E-mail:hnyych@163.com。

调整,来满足间作种植上的农艺要求。

该播种机主要由机架、肥料箱、排肥器、施肥开沟器、种箱、玉米排种器、大豆排种器、播种开沟器、覆土器、镇压轮等组成(图1)。



1. 施肥开沟器;2. 机架;3. 排肥器;4. 肥料箱;5. 种箱;6. 玉米排各器;7. 大豆排种器;8. 镇压轮;9. 覆土器;10. 播种开沟器。

1. Fertilizer boot; 2. Farmework; 3. Fertilization on devices; 4. Fertilizer box; 5. Sseed box; 6. Corn seed-metering; 7. Soybean seed-metering; 8. Press wheel; 9. Covering device; 10. Sowing boot.

图1 2BJYM-4型玉米大豆套播精量播种机结构

Fig.1 Structure diagram of 2BJYM-4 type interplanting corn with soybean precision seeder

## 1.2 工作原理

该机免耕施肥播种时,与拖拉机三点悬挂,靠拖拉机的动力带动机具前进作业,施肥开沟器和播种开沟器破土开沟,在开沟器上增设的防缠绕杂草装置,解决了施肥播种过程中拥草拥土现象。同时,机具后方的镇压轮(即地轮)靠自重及弹簧压力与地面摩擦转动产生驱动力,并通过链条传动带动排肥器、玉米排种器、大豆排种器转动,排出的肥料和种子分别由导肥管和导种管输送落入肥沟和种沟<sup>[6]</sup>,实现排肥排种,紧随其后的覆土器将种肥覆盖,镇压轮将松土压实,完成全部作业。

## 1.3 主要性能指标

2BJYM-4型玉米大豆套播精量播种机的主要性能指标见表1。

表1 2BJYM-4型播种机的性能指标

Table 1 Performance indicators of 2BJYM-4 type seeder

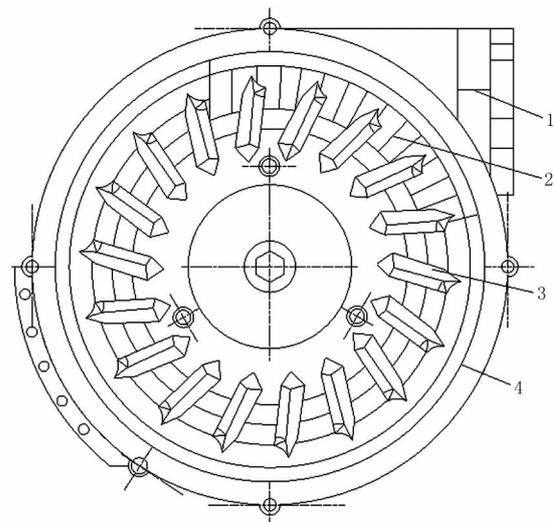
性能指标 Performance indicators	参数 Parameter
配套动力 Matched power/kW	22 ~ 58.5
工作幅宽 Working width/mm	1600
工作行数 Work line number	4
大豆株距 Soybean row spacing/mm	60 ~ 200
玉米株距 Corn row spacing/mm	90 ~ 300
播种深度 Sowing depth/mm	25 ~ 90
行距 Line spacing/mm	40 ~ 60
施肥深度 Fertilization depth/mm	60 ~ 180
漏播率 Miss-seeding rate/%	<4

## 2 主要工作机构的设计

### 2.1 排种机构的设计

排种器作为精量播种机的关键部件,其工作性能的优劣直接影响到播种质量<sup>[7]</sup>。2BJYM-4型玉米大豆套播精量播种机采用了转仓式玉米精密排种器和勺轮式大豆精密排种器<sup>[8-9]</sup>,并对勺轮式排种器的充种盘、勺齿形状和尺寸等进行改进及优化设计,使其适用于大豆的精量排种。二者排种器结构类似,工作原理相同,均满足玉米大豆精少量播种要求。

转仓式玉米精密排种器主要由壳体、排种盘、隔板和充种盘等组成(图2),充种盘直径250mm,均匀分布18个勺齿,倾角40°。



1. 壳体;2. 排种盘;3. 充种盘;4. 隔板。

1. Shell; 2. Seeding disk; 3. Filling disk; 4. Clapboard.

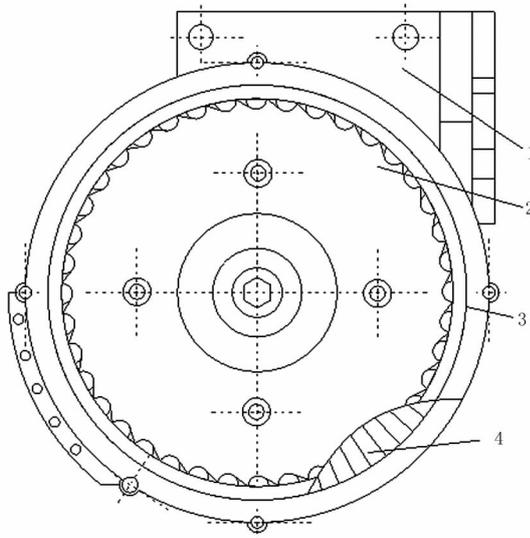
图2 转仓式玉米精密排种器结构

Fig.2 Structure of inclined spoon corn precision seeding-metering

玉米种子呈等腰梯形、扁平状,单个籽粒相对较大,玉米精量播种时对单粒率要求较高,因此,选用对玉米等大粒种子充种性能好的转仓式玉米精密排种器。通过对该排种器的勺齿尺寸、勺齿倾角、清种角、投种角、排种盘半径等参数进行优化设计,最终设计出的排种器各结构尺寸合理,尤其是勺齿按照玉米种子的形状和尺寸进行仿形设计,确保每个勺齿内能够填充一粒玉米种子,充种精确,不伤种<sup>[10]</sup>,有效地避免了充种时玉米种子间相互阻碍、干扰不能进入勺齿,出现卡种、漏播现象<sup>[11]</sup>。根据我国GB/T 6973-2005《单粒(精密)播种机试验方法》<sup>[12]</sup>,选用STB-700型排种器多功能智能检测

试验台对该排种器进行了试验,试验台速度设定为  $6.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ,粒距为  $18 \text{ cm}$ 。结果表明:该排种器合格指数大于  $93.8\%$ ,重播指数小于  $2.7\%$ ,漏播指数小于  $3.6\%$ ,各项指标均达到了国家标准要求。

勺轮式大豆精密排种器主要由壳体、隔板、充种盘、排种盘等构成(图 3),充种盘直径为  $250 \text{ mm}$ ,均匀分布 40 个勺齿。



1. 壳体;2. 充种盘;3. 隔板;4. 排种盘。

1. Shell;2. Filling disk;3. Clapboard;4. Seeding disk.

图 3 勺轮式大豆精密排种器结构简图

Fig.3 Structure of spoon-roller soybean precision seeding-metering

大豆间作精量播种,为保证苗数,应合理密植,采用小株距种植方式,每穴 1~2 粒种子为宜。大豆种子呈椭球体,不同品种之间的尺寸、形状等物理特性也有较大差异<sup>[13]</sup>。如果排种器勺齿尺寸比单粒种子体积大,持种空间内会容纳多粒种子而不能在清种过程中被清除,造成重播;反之,则会造成充种困难,出现漏播。综合考虑,选用勺轮式大豆精密排种器,对排种器的勺齿、投种高度、投种角等结构参数进行计算及优化分析。并选用可替换式充种盘来解决不同大豆品种的充种问题,勺齿设计成内陷半圆形,与大豆种子外形、尺寸相似,能够保证每个勺齿内填充一粒大籽粒或两粒小籽粒大豆种子。最终设计出的勺轮式大豆精密排种器充种容易,种子无损伤,排种均匀,性能稳定。

玉米、大豆排种器分别与地面垂直安装,工作过程中靠种子重力清种,对种子造成的损伤小。且具有二次投种的作用,二次投种即充种盘和排种盘同时安装在排种轴上一起转动,种子从充种盘进入排种盘上的凹槽内,第一次投种结束,随后进入凹

槽的种子随着排种盘一起转动到排种器底部的排种口时,种子落入种沟内完成第二次投种。二次投种使排种高度明显降低,减少种子落入种沟时的跳动<sup>[14]</sup>,有效提高了粒距的均匀性、准确性和稳定性。

播种机工作时,种箱内的种子在重力作用下落入排种器的充种区,地轮产生的动力经变速箱变速后带动排种轴上的充种盘转动,种子进入经过充种区的勺齿,在勺齿和隔板形成的持种空间的作用下向上运动;勺齿内多余的种子在重力作用下落回充种区,勺齿内留 1~2 粒种子;当种子随勺齿向上运动到隔板上的缺口时,落入排种盘上的凹槽内;种子随排种盘旋转到底部的投种口时,在重力、离心力、摩擦力等共同作用下落入种沟内<sup>[15]</sup>。

## 2.2 排肥器的设计

由于大豆、玉米播种时对种肥类型和施肥量的需求不同。因此该机把大豆、玉米肥箱分开设计,选用结构简单、排肥均匀性好的外槽轮式排肥器<sup>[16]</sup>,通过更换槽轮的大小来解决玉米、大豆对种肥需求量不同的问题。

外槽轮式排肥器适用于排流动性好的松散化肥和复合颗粒肥,排肥槽轮安装在排肥传动轴上。工作时,传动轴带动排肥槽轮转动,肥箱内的种肥被转动的槽轮齿强制排入导肥管,种肥在重力作用下落入肥沟内。大豆、玉米排肥量的调节,可通过旋转传动轴上的调节手柄改变排肥槽轮在排肥器中的工作长度来实现<sup>[17]</sup>,即拧松排肥调节手柄上的螺栓,旋转手柄至标尺上所需施肥量刻度线位置,调整后,将螺栓对准轴上键槽拧紧即可。

## 2.3 开沟器的选用

本播种机采用锐角凿式种、肥开沟器,其优点是开沟容易,回土性能良好。施肥开沟器在前,播种开沟器在后,且开沟器铲柄可上下左右移动进行调整。为避免出现烧种,播种前对铲柄进行调整,保证播种时肥、种之间有  $3\sim 5 \text{ cm}$  的距离<sup>[18]</sup>。

在播种机免耕播种过程中,秸秆和杂草容易堵塞开沟器,产生拥草拥土现象,影响开沟和播种效果。为此,本播种机在施肥和播种开沟器上分别增设了滚筒式防缠绕装置,在播种机前进过程中,不断转动的滚筒可以将开沟器前的秸秆杂草分离开来,成功地解决了秸秆杂草缠绕堵塞开沟器的问题。而且,为了避免秸秆杂草等落入种沟内影响种子发芽率,在播种开沟器上两侧设计了有一定开度的分禾翼板<sup>[19]</sup>,确保良好的播种效果。

## 2.4 覆土及镇压装置的选用

播种机排肥播种后,为了减少养分、水分的流失,避免出现晾种的现象,需要进行及时的覆土和镇压。在该播种机的种肥开沟器后端设有两侧分开式刮板覆土器和镇压轮,对种肥进行覆土、镇压,以达到平整细碎土壤、确保墒情目的<sup>[20]</sup>,从而保证播种质量,提高出苗率。

镇压轮(地轮)安装在播种机的后面,通过导向管、滑道和镇压弹簧与播种机架相连,镇压轮可以沿着导向滑道上下运动。在导向管上部安有镇压弹簧,对镇压轮进行压紧和限位,使镇压轮对土壤有一定压实和仿形作用<sup>[21]</sup>。

## 3 田间试验

### 3.1 试验条件

2012年6月12~13日,在河南省高产高效现代农业示范工程方城县万亩示范区进行该机的田间试验,选取具有代表性的地块,地面平整,土壤类型为黄褐土,墒情适宜,地面麦茬经过粉碎处理,平均长度在10 cm以下。样机由河南豪丰公司生产,各项性能指标均达到设计要求,通过出厂检验。

### 3.2 测量仪器设备

皮尺(量程:50 m;精确度:1 mm)、卷尺(量程:5 m;精确度:1 mm)、直尺(量程:20 cm;精确度:1 mm)、单反相机和电子称。

### 3.3 试验方法

采用玉米宽行160 cm,窄行40 cm,在玉米宽行内种2行大豆,行距40 cm,大豆与玉米行距为60 cm的种植方法。依据GB/T 6973-2005《单粒(精密)播种机试验方法》<sup>[12]</sup>进行试验,播种前先对播种机的排种量、株距、行距、播种深度、施肥深度和种肥排种器间距进行调整,调试完毕后,在拖拉机前进速度为 $2.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ( $7.2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ )条件下进行播种试验。

### 3.4 结果与分析

对该机的播种效果、玉米大豆出苗生长情况和产量进行测量分析。结果表明,玉米大豆播种的单粒率大于90%,合格指数大于93%,漏播指数小于4%,重播指数小于3%,说明该播种机具有良好的播种均匀性,且工作稳定和可靠性高,各项性能指标均达到了玉米大豆间作模式下的精少量播种要求。玉米和大豆长势良好,成带状分布,通风、透光性好,有效地提高了光合作用率,且培肥地力,减少

病虫害。玉米平均产量为 $9\ 120 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,大豆平均产量为 $1\ 590 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,与玉米单作相比在不减产的情况下,额外增收了大豆,实现了粮食的增产增收。

## 4 结论

2BJYM-4型玉米大豆套播精量播种机选用的转仓式玉米精密排种器和勺轮式大豆精密排种器是实现玉米大豆精少量播种的关键,通过对排种器结构、尺寸的改进及优化设计,保证了该机良好的播种效果。该机采用的外槽轮式排肥器和玉米大豆肥箱的分开设计,解决了玉米大豆对所需种肥的类型和施肥量不同的问题。该机选用的锐角凿式种、肥开沟器,具有开沟容易、回土性好的特点,尤其是滚筒式防缠绕装置的设计,成功地解决了秸秆杂草缠绕堵塞开沟器的问题。

该机整体上设计合理,结构简单,调整方便、精确,工作可靠性、稳定性高,该机的研制,实现了玉米大豆间作种植模式下二者同时精少量免耕播种,减少了田间作业次数,降低了生产成本,有利于我国玉米大豆间作套种模式的推广。

## 参考文献

- [1] 王小春,杨文钰.玉米-大豆带状间套作全程机械化迈上新台阶[J].大豆科技,2012(6):48-50. (Wang X C, Yang W Y. Strip intercropping corn-soybean mechanization to a new level[J]. Soybean Bulletin, 2012(6):48-50.)
- [2] 杨友琼,吴伯志.作物间套作种植方式间作效应研究[J].中国农学通报,2007,23(11):192-196. (Yang Y Q, Wu B Z. Research of intercropping benefit of crop intercropping systems[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(11):192-196.)
- [3] 刘庆荣.玉米-大豆间作增产技术示范推广的成效及经验[J].南方农业,2010(2):48-50. (Liu Q R. Results and experiences of intercropping corn-soybean yield technology demonstration and popularization[J]. South China Agriculture, 2010(2):48-50.)
- [4] 高阳,段爱旺,刘祖贵,等.玉米/大豆不同间作模式下土面蒸发规律试验研究[J].农业工程学报,2008,24(7):44-48. (Gao Y, Duan A W, Liu Z G, et al. Experimental study on soil evaporation of different intercropping patterns for maize and soybean[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(7):44-48.)
- [5] 周新安,年海,杨文钰,等.南方间套作大豆生产发展的现状与对策[J].大豆科技,2010(4):1-3. (Zhou X A, Nian H, Yang W Y, et al. Status in quo and countermeasures of soybean production and development intercropping with other crops in South China[J]. Soybean Bulletin, 2010(4):1-3.)
- [6] 沈卫强,周松,叶云霞.2BCM-3型麦茬地免耕播种机的设计[J].农机化研究,2004(1):135-136. (Shen W Q, Zhou S, Ye Y

- X. Design of 2BCM-3 type no-till planter in wheat stubble fields [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2004 (1): 135-136. )
- [7] 崔清亮,秦刚,王明富. 几种典型精密排种器的对比分析[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2003, 23(1): 69-71. (Cui Q L, Qin G, Wang M F. The analysis and comparison on several kinds of precision feed mechanism[J]. Journal of Shanxi Agricultural University(Natural Science Edition), 2003, 23(1): 69-71. )
- [8] 刘立晶,刘忠军,李长荣,等. 玉米精密排种器性能对比试验[J]. 农机化研究, 2011, 33(4): 155-158. (Liu L J, Liu Z J, Li C R, et al. Comparative experiment on corn spacing seed feeder[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011, 33(4): 155-158. )
- [9] 王汉羊,陈海涛,纪文义,等. 2BMFJ-3 型麦茬地免耕精密播种机排种器选型试验研究[J]. 大豆科学, 2013, 32(2): 257-261. (Wang H Y, Chen H T, Ji W Y, et al. Experimental research on seed-metering choice of 2BMFJ-3 type no-till precision planter in wheat stubble fields [J]. Soybean Science, 2013, 32(2): 257-261. )
- [10] 徐良,王艳晓,曾山,等. 2BFQ-2 型山地小型玉米播种机的研制[J]. 农机化研究, 2013, 35(5): 119-122. (Xu L, Wang Y X, Zeng S, et al. Development of 2BFQ-2 type mountain miniature morn seeder[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2013, 35(5): 119-122. )
- [11] 宋井玲,杨自栋,杨善东,等. 一种型孔深度可变的排种器[J]. 农机化研究, 2010, 32(12): 103-105. (Song J L, Yang Z D, Yang S D, et al. A seed metering device of variable hole depth[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2010, 32(12): 103-105. )
- [12] GB/T 6973-2005 单粒(精密)播种机试验方法[S]. 2005. (GB/T 6973-2005 testing methods of single seed drills(precision drills) [S]. 2005. )
- [13] 王萍,吴颖,杨武杰,等. 大豆未成熟子叶体细胞胚胎发生及其相关因子的分析[J]. 中国油料作物学报, 2002, 24(1): 29-32. (Wang P, Wu Y, Yang W J, et al. Somatic embryogenesis from immature cotyledons of soybean and analysis of correlative factors [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2002, 24(1): 29-32. )
- [14] 李成华,夏建满,何波. 倾斜圆盘勺式精密排种器投种过程分析[J]. 农业机械学报, 2005, 36(3): 48-50. (Li C H, Xia J M, He B. Analysis of seed throwing procedure by declined scope metering device[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(3): 48-50. )
- [15] 李成华,马成林,于海业. 倾斜圆盘勺式玉米精密排种器的试验研究[J]. 农业机械学报, 1999, 30(2): 1-6. (Li C H, Ma C L, Yu H Y. An experimental study on the precision metering device with declined scoop-type disc for maize[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 1999, 30(2): 1-6. )
- [16] 袁文胜,金梅,吴崇友,等. 国内种肥施肥机械化发展现状及思考[J]. 农机化研究, 2011, 33(12): 1-5. (Yuan W S, Jin M, Wu C Y, et al. Development status and prospect of seed manure fertilizing mechanization in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011, 33(12): 1-5. )
- [17] 李海荣. 新型玉米免耕播种机[J]. 广西轻工业, 2008(4): 31-32. (Li H R. A new type no-till corn planter[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2008(4): 31-32. )
- [18] 姚宗路,高焕文,王晓燕,等. 小麦免耕播种机开沟器对作物生长的试验研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7): 117-121. (Yao Z L, Gao H W, Wang X Y, et al. Effect of three furrow openers for no-till wheat seeder on crop growth performance[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(7): 117-121. )
- [19] 高娜娜,张东兴,杨丽,等. 玉米免耕播种机滚筒式防堵机构的设计与试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(12): 31-37. (Gao N N, Zhang D X, Yang L, et al. Design and experiment of drum-type anti-blocking mechanism of no-till planter for maize[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(12): 31-37. )
- [20] 王维新,坎杂,田学艳,等. 2BCM-6 型茬地免耕播种机的研制[J]. 农业工程学报, 2001, 17(3): 174-176. (Wang W X, Kan Z, Tian X Y, et al. 2BCM-6 type stubble no-tillage seeder[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2001, 17(3): 174-176. )
- [21] 章慧全. 2BM-2 型玉米播种施肥机的设计[J]. 农业科技与装备, 2010(12): 18-20. (Zhang H Q. Design of corn seed and fertilizer machine of 2BM-2 type[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2010(12): 18-20. )