

异形孔窝眼轮式油菜排种器设计与试验^{*}

袁文胜 吴崇友 金诚谦

(农业部南京农业机械化研究所现代农业生产装备工程技术中心, 南京 210014)

【摘要】 设计了一种异形孔窝眼轮式油菜排种器, 阐述了它的结构形式及工作原理, 选择了合理的窝眼布置方式。通过正交试验分析了型孔布置方式、型孔尺寸和排种轴转速对排种器排种均匀性、合格率、漏播率和重播率的影响。在最优参数组合下进行播种试验, 其播种合格率为98.3%, 漏播率为0.6%, 重播率为1.1%, 对油菜种子适应性好。

关键词: 排种器 油菜 设计 试验

中图分类号: S223.2

文献标识码: A

Design and Experiment on Seed-metering Device with Special Cells for Cole Seed

Yuan Wensheng Wu Chongyou Jin Chengqian

(Engineering and Technology Center for Modern Agricultural Equipment, Nanjing Research Institute for Agriculture Mechanization, Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China)

Abstract

One kind of seed-metering device with special cells for cole seed was designed. The configuration and working principle was introduced. The differences between two disposal modes of cells were analyzed. And then, the capability, mainly the uniformity of the seed-metering device was tested in experiments. Based on the request of testing result, the structure of the seed-metering device was changed. Some conclusions were given in the end. The disposal modes of cells are the primary factors which affecting the working uniformity of the seed-metering device. Testing with the combination of optimal parameters, the pass percentage of seeding is 98.3%, the leakage sowing rate is 0.6% and reseeding rate 1.1%. Generally speaking, the seed-metering device with special cells for cole seed is simple in structure and steady in working, its cells are compatible with cole seed.

Key words Seed-metering device, Cole, Design, Experiment

引言

目前,我国油菜的播种方式比较落后,或手工播种,或将种子和颗粒肥料混合后用小麦播种机播种^[1]。手工作业需要大量人力,劳动强度大,易误农时。传统的播种机排种器有外槽轮式、气力式、磨纹式、型孔盘式、窝眼轮式、指夹式等,它们用于玉米、大豆、小麦等大、中粒种子播种,其播种质量效果

稳定,但对油菜、苜蓿等小粒种子难以精量播种,且功能单一,通用性差^[2],不适合油菜播种需要。为此,需要研制适合油菜种子的专用精少量播种机。油菜播种机的核心部件是排种器。油菜播种对于排种装置的要求是:排种均匀,播种量精确,并且易于调节,不损伤种子;排种器结构简单,工作性能可靠,不会因工作条件改变而改变播种量。本文设计一种异形孔窝眼轮式排种器,并对其进行静态试验和模

收稿日期: 2008-06-20 修回日期: 2008-07-29

^{*} 2007年农业部公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(nyhyzx07-085)和江苏省科技攻关项目(BE2005303)

作者简介: 袁文胜, 工程师, 主要从事农业生产装备技术研究, E-mail: ywensheng@sohu.com

通讯作者: 吴崇友, 研究员, 主要从事耕作与种植机械技术研究, E-mail: wucy@nriam.com

拟播种试验。

1 排种器原理及结构设计

异形孔窝眼轮式油菜排种器主要由排种器壳体、排种轮、排种轴和护种板或者清种毛刷等构成。排种器结构见图1。

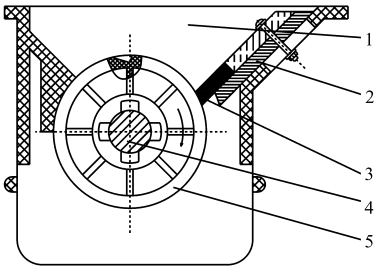


图1 排种器结构图

Fig.1 Structure of seed-metering

1. 排种器壳体 2. 毛刷托板 3. 毛刷 4. 排种轴 5. 排种轮

其工作原理为:排种轮沿圆周方向分布着窝眼孔,排种轮上方排种器壳体内为油菜种子,种子在重力作用下自动充满窝眼孔。工作时,排种轮在排种轴驱动下沿如图1所示的方向转动,窝眼外部的种子在护种板或毛刷作用下留在排种器壳体内,窝眼内的种子则随排种轮转到下方并在重力作用下排入导种管,落入土壤,完成排种作业。

排种器设计中最重要的是窝眼孔孔形、窝眼孔布置方式和清种部件。充分充种是保证排种均匀性的必要条件,型孔的结构是影响充种率的主要因素。合理的型孔结构和尺寸可以使排种器具有较好的充种和排种性能^[3]。异形孔窝眼轮式排种器的窝眼沿圆周方向均匀分布,充种容易、排种可靠、落种均匀。为了方便排种量的调节,沿轴向配置2排或3排窝眼孔。调节播种量时只需将排种轮沿轴向移动,改变窝眼孔进入或退出排种器壳内排数,即可增加或减少播种量。图2给出了窝眼孔两种不同的布置方式。若窝眼孔沿螺旋线方向布置(图2b),当调节参与工作的窝眼孔排数时可能会出现排种不均匀现象;若窝眼孔沿轴向方向布置(图2a),则不管参与排种的窝眼孔是几排,排种量始终稳定。故本试

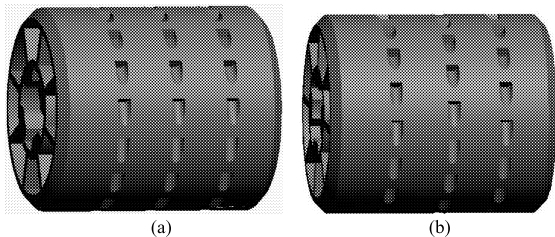


图2 排种轮窝眼布置方式

Fig.2 Arranging mode of sockets on sowing axle

(a) 沿轴向布置 (b) 沿螺旋线布置

验选择沿轴向布置方式的排种轮。

对于清种机构,选用两种不同材料进行对比试验:硬质塑料做成的护种板;毛刷。

2 试验

2.1 试验条件

台架试验在农业部南京农业机械化研究所耕作机械测试实验室内进行。试验用油菜种子为宁油10号。

2.2 试验方案

为了测量排种器的种子破碎率和排种均匀性,分别采用静态试验法和模拟播种试验法测定。静态试验法是指一定试验时间内,在排种器下方接样、称取样本总量,并且将破碎种子分离出来加以称量,从而计算出排种器的排种量以及种子破碎率。

模拟试验是当排种器以固定转速工作时,土槽车匀速从排种器下通过,排种器排出的种子落在土槽车上,以模拟播种机排种器在田间的工作状态。以型孔尺寸、型孔布置方式和排种轴转速作为试验因素,每个因素选择3个水平,进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,每个试验序号至少测试3次,计算离差平方和并求其平均值作为排种均匀性的评价指标,考察排种株距,计算合格指数、漏播指数和重播指数。正交试验因素水平如表1所示。

表1 正交试验因素水平

Tab.1 Factors and levels of the orthogonal experiment

水平	因素		
	型孔布置方式 A	型孔尺寸(直径×深度) B/mm×mm	排种轴转速 C/r·min ⁻¹
1	2排、每排8孔	5×3.5	14
2	2排、每排12孔	4×4.5	26
3	1排、每排16孔	4×3.0	33

2.3 试验数据处理及结果分析

对于静态试验,参照 GB/T 6973—2005《单粒(精密)播种机试验方法》,考察排种器的种子破碎率。采用过筛法和人工挑拣相结合的方式对破损种子进行分选。试验表明,使用硬质塑料护种板时,各种试验因素水平下种子的破碎率在4.6%~9.2%之间,破碎较多;使用毛刷清种时,破碎率几乎为零,但需要选用硬度适中的刷毛,且将刷毛修剪至合适尺寸。故后续的模拟试验均选用合适的毛刷代替硬质护种板,但在毛刷下增加托板,将托板下边缘与排种轮间隙调整至合适,使刷毛不至因弯曲失去清种作用。

模拟播种的正交试验方案及结果如表2所示。

排种均匀性分析结果如表3所示。

表2 正交试验方案及试验结果

Tab.2 Results of the orthogonal experiment

试验 序号	试验方案			试验结果			
	A	B	C	离差平方和 S^2	合格率/%	漏播率/%	重播率/%
1	1	1	1	152.2	92.06	3.47	4.47
2	1	2	2	187.1	92.57	3.34	4.09
3	1	3	3	104.0	97.38	2.12	0.50
4	2	1	2	172.8	94.74	3.67	1.59
5	2	2	3	130.9	95.09	3.24	1.67
6	2	3	1	143.9	96.55	4.40	0.95
7	3	1	3	90.4	98.78	0.84	0.38
8	3	2	1	73.4	96.83	2.62	0.55
9	3	3	2	63.3	99.14	0.28	0.58

表3 排种均匀性分析

Tab.3 Intuitive analysis of seeding uniformity

参数	A	B	C
T_1	443.3	415.4	369.5
T_2	447.6	391.4	423.2
T_3	227.1	311.2	325.3
\bar{K}_1	147.8	138.5	123.2
\bar{K}_2	149.2	130.5	141.1
\bar{K}_3	75.7	103.7	108.4
R	73.5	34.8	32.7
较优水平	A_3	B_3	C_3
主次因素	ABC		

从分析结果可以看出,3个因素中型孔的布置方式对排种均匀性影响最明显,型孔尺寸次之,排种轴转速最小。每个因素的3个水平中,均以第3水平为最优水平。

为了更准确地分析各试验指标对评价指标的影响显著性,对各指标进行方差分析。方差分析结果如表4~7所示。

表4 均匀性方差分析

Tab.4 Variance analysis of uniformity

方差来源	离差平方和	自由度	均方	F	P值
A	11 595.1	2	5 797.5	60.2	0.016 4
B	1 985.1	2	992.5	10.3	0.088 5
C	1 602.4	2	801.2	8.3	0.107 4
误差	192.7	2	96.4		
总和	15 375.3	8			

表5 合格率方差分析

Tab.5 Variance analysis of eligible rate

方差来源	离差平方和	自由度	均方	F	P值
A	27.94	2	13.97	23.35	0.041 1
B	14.55	2	7.27	12.15	0.076 0
C	6.42	2	3.21	5.37	0.157 0
误差	1.20	2	0.60		
总和	50.11	8			

表6 漏播率方差分析

Tab.6 Variance analysis of leakage-seeding rate

方差来源	离差平方和	自由度	均方	F	P值
A	9.99	2	4.99	19.66	0.048 4
B	0.96	2	0.48	1.89	0.346 1
C	3.31	2	1.66	6.52	0.132 9
误差	0.51	2	0.25		
总和	14.77	8			

表7 重播率方差分析

Tab.7 Variance analysis of reseeded rate

方差来源	离差平方和	自由度	均方	F	P值
A	9.76	2	4.88	3.37	0.228 9
B	4.20	2	2.10	1.45	0.408 2
C	2.84	2	1.42	0.98	0.505 0
误差	2.90	2	1.45		
总和	19.70	8			

上述方差分析结果表明,因素A对排种均匀性、合格率和漏播率影响显著,其他2个因素影响不显著。对于重播率,3个因素均不显著,经过二次分析A为显著因素。由此可知,型孔布置方式是影响排种器性能的主要因素,选用合适的型孔布置方式可使排种器获得较好的工作性能。通过对均匀性方差计算结果进行分析,所得结果与极差分析一致,说明误差影响不大。对排种器在最优参数组合下进行田间播种试验,得播种合格率为98.3%、漏播率0.6%、重播率1.1%,均满足要求,排种器综合作业性能良好。

3 结论

(1) 采用硬质塑料护种板,种子破碎率较大;排种器转速越高、窝眼孔越大、圆周方向窝眼孔数越少,种子的破碎率越大;改用毛刷作清种部件,种子破碎率几乎为零。

(2) 从试验数据可以看出,排种器沿圆周方向采用较多的窝眼孔时,播种均匀性较好;型孔尺寸较小、排种轴转速较大时,播种均匀性较好;窝眼孔的

布置方式对排种均匀性影响较明显。

(3) 在保证播种量的前提下,选择合适的窝眼孔布置方式、型孔尺寸和排种轴转速,可以达到很好的作业效果。该排种器播种量调节方便、易于操作,

但是通过改变窝眼孔排数来调节播种量时,播种量改变较大,故在实际应用中,可通过改变播种机前进速度与排种器转速的传动比等其他调节方式来控制播种量。

参 考 文 献

- 1 张宇文,邹剑,张文超,等. 油菜机械精量播种技术及多功能精量排种器的研制[J]. 中国农机化,2003,(2):28~30.
Zhang Yuwen, Zou Jian, Zhang Wenchao, et al. Precise seeding technology for rape and development of multi-functional precise seeding apparatus[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2003, (2): 28~30. (in Chinese)
- 2 张宇文. 机械式多功能精密排种器的设计[J]. 农业机械学报,2005,36(3):50~53.
Zhang Yuwen. Research and design for making a new type of mechanized and multiple functions of precision seed-drilled appliance[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(3): 50~53. (in Chinese)
- 3 张波屏. 精密播种机械工程[M]. 北京:机械工业出版社,1979,24~36.
- 4 廖庆喜,高焕文,臧英. 玉米水平圆盘精密排种器种子破损试验[J]. 农业机械学报,2003,34(4):57~59.
Liao Qingxi, Gao Huanwen, Zang Ying. Experimental study on the cell of the horizontal plate precision meter for corn seed [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2003, 34(4): 57~59. (in Chinese)
- 5 廖庆喜,高焕文. 玉米水平圆盘精密排种器排种性能试验研究[J]. 农业工程学报,2003,19(1):99~103.
Liao Qingxi, Gao Huanwen. Experimental study on performance of horizontal disc precision meter for corn seed [J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(1): 99~103. (in Chinese)
- 6 陈进,李耀明,王希强,等. 气吸式排种器吸孔气流场的有限元分析[J]. 农业机械学报,2007,38(9):59~62.
Chen Jin, Li Yaoming, Wang Xiqiang, et al. Finite element analysis for the sucking nozzle air field of air-suction seeder[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(9): 59~62. (in Chinese)
- 7 罗锡文,王在满,蒋恩臣,等. 型孔轮式排种器弹性随动护种带装置设计[J]. 农业机械学报,2008,39(12):60~63.
Luo Xiwen, Wang Zaiman, Jiang Enchen, et al. Design of disassemble rubber guard device for cell wheel feed [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(12): 60~63. (in Chinese)
- 8 胡建平,郑赛男,刘文东. 磁吸滚筒式精密排种器设计与试验[J]. 农业机械学报,2009,40(3):60~63.
Hu Jianping, Zheng Sainan, Liu Wendong. Design and experiment of precision magnetic cylinder-seeder[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(3): 60~63. (in Chinese)
- 9 张晓慧,宋建农. 针吸滚筒式水稻排种器设计[J]. 农业机械学报,2009,40(3):69~71,68.
Zhang Xiaohui, Song Jiannong. Design and research on rice precision needle-like vacuum seeder [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(3): 69~71, 68. (in Chinese)