

油菜育种播种机自动供种系统设计*

刘曙光^{1,2} 尚书旗³ 杨然兵³ 郑月男³ 王延耀³ 李钦华³

(1. 沈阳农业大学工程学院, 沈阳 110866; 2. 中国农业大学(烟台)理工学院, 烟台 264670;
3. 青岛农业大学机电工程学院, 青岛 266109)

【摘要】 设计了以电磁力为动力源,与小区育种播种机相配套的自动供种系统,并对关键部件的结构尺寸以及运动进行分析,该系统通过共轴双盘格供种结构,可以连续完成34个小区的供种。通过对油菜种子在不同供量与给定的调整时间内连续供种试验,表明4种供量的油菜种子随着调整时间的增大,调整量与供种均匀性变异系数均减小,在8s时,供种均匀性差异的波动趋于平缓,其供量为7g油菜种子的供种均匀性变异系数最小,为7.59%,在该供量下,油菜种子的损失率为0.97%,供种误差均小于3mm。通过与人工等量隔种对比试验表明,在2种供种系统中,4种供量的油菜种子供种均匀性差异均小于1.5%。

关键词: 小区育种播种机 自动供种系统 育种机械
中图分类号: S223.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2011)07-0091-05

Design of Automatic Supplying Seed System for Plot Seeder of Rape

Liu Shuguang^{1,2} Shang Shuqi³ Yang Ranbing³ Zheng Yuenan³ Wang Yanyao³ Li Qinhua³

(1. College of Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China
2. College of Science and Technology, China Agricultural University (Yantai), Yantai 264670, China
3. College of Mechanical and Electrical Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract

Automatic supplying rape seed system for plot seeder was designed. It took electromagnetic force as power source and went with plot seeder. Key parts of structure and motion were analyzed. Automatic supplying seed system was able to accomplish supplying seed for 34 plots. By the supplying seed experiment without interruption at the different supply amount in the given time, the result showed that adjusting value and uniformity CV decreased with increasing of time. The uniformity CV was at the minimum range when the time was 8s and the minimum uniformity CV for rape seed was 7.59% at supply amount of 7 g. Loss rate for rape seed was 0.97% and error of supply seed was less than 3 mm. Compared with manual operation, the uniformity CV between the two metering devices was blow 1.5% for rape seed.

Key words Plot seeder, Automatic supplying seed system, Breeding machine

引言

小区育种播种机是为了选育新品种、繁殖良种而进行品种对比田间试验时所用的专用播种机^[1~4],20世纪60年代,挪威农业大学依格尔·奥约德(Egil Øyjord)研制成功了Øyjord小区育种播种

机^[5~8]。供种作为小区播种的一个重要工作环节,目前仍靠人工完成^[9]。在田间育种机械中,小区株行条播机上的自动供种装置相对比较成熟,最具代表性的是奥地利 Wintersteiger 公司生产的 Rowseed TC、Rowseed S 等系列小区株行条播机上采用的料箱弹夹平动式气动供种装置^[10],该装置由气动装置

收稿日期: 2011-01-25 修回日期: 2011-02-22
* 农业部“948”资助项目(2009-Z22)
作者简介: 刘曙光,博士生,中国农业大学(烟台)讲师,主要从事农业机械性能设计与试验研究,E-mail: shuguang800511@126.com
通讯作者: 尚书旗,教授,博士生导师,主要从事农业机械系统理论、机械性能设计、试验及推广应用研究,E-mail: sqshang@qau.edu.cn

提供动力^[11],不同品种的种盒数量相对较少。我国在 20 世纪 80 年代进行了适用于小区育种播种机的自动供种装置研究,主要结构有种盒集装筒垂直、水平旋转式机械供种装置^[11~12],依靠地轮转动传递动力,可供 14 个小区的连续播种。

本文研制以电磁力为动力源,与 2BY-6 型小区育种播种机相配套的自动供种系统,实现小区育种的自动供种。

1 自动供种系统的结构及工作原理

根据育种试验要求,自动供种系统是在小区播种过程中,自动为育种小区提供预定量的待播种子。在进行小区播种作业前,将待试验的品种预先装入供种装置不同盘格内,在作业时,安装于播种机上。如图 1 所示,小区育种播种机由拖拉机牵引,供种装置位于播种机的上方,整个系统由执行按钮控制,不受拖拉机行走与转弯的影响。自动供种系统如图 2 所示。

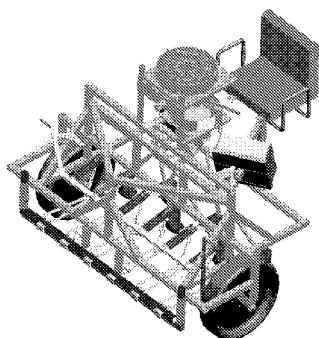


图 1 小区育种播种机

Fig. 1 Plot seeder

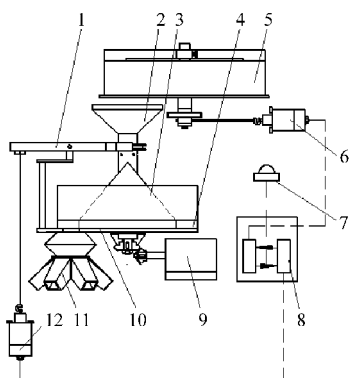


图 2 自动供种系统

Fig. 2 Automatic supplying seed system

1. 提升杆 2. 存种装置 3. 充种装置 4. 运种装置 5. 供种装置
6、12. 电磁装置 7. 执行按钮 8. 控制箱 9. 步进电动机
10. 支撑板 11. 分种装置

当运种装置最后一盘格种子下落后,按动执行按钮 7,控制箱 8 控制存种装置 2 的电磁装置 12 使提升杆 1 提升,种子由存种装置 2 与充种装置 3 的

间隙流出后存种装置 2 复位,1 s 后,安装于机架上的电磁装置 6 使供种盘绕传动轴转动一盘格,一个小区的种子经供种口下落至由存种装置 2 与充种装置 3 构成的空间内,完成一个小区的自动供种过程。供种过程在播种前一小区时完成。

2 关键部件设计与分析

2.1 动力装置

选用 2 个 12V-1150 型电磁装置,分别完成运种装置的提升及供种装置的转动。2 个电磁装置通过单片机控制电磁继电器实现延迟,以执行按钮为工作信号。每个小区电磁装置工作一次。

2.2 供种装置结构

2.2.1 结构参数

供种装置结构如图 3 所示,棘轮齿数与供种盘格数相同,棘轮齿数 $z = 18$ 。棘轮位于排种口与接种漏斗之间,棘轮直径不能超过排种口的最小半径 $r = 55 \text{ mm}$ 。

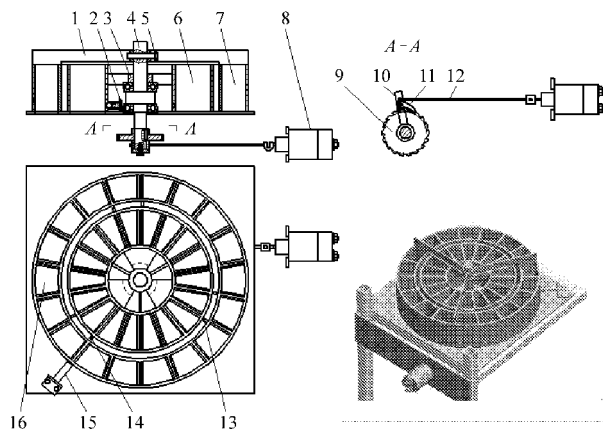


图 3 供种装置结构简图

Fig. 3 Structure of supplying seed device

1. 外供种盘固定装置 2. 内供种盘止动装置 3. 内供种盘固定装置 4. 传动轴 5. 固定销轴 6. 内供种盘 7. 外供种盘
8. 电磁装置 9. 棘轮 10. 摆杆 11. 棘爪 12. 连接杆 13. 内卡爪 14. 外卡爪 15. 外供种盘止动装置 16. 供种口

2.2.2 位置参数及运动参数确定

步进传动装置的工作原理如图 4 所示,电磁装置行位部分进行直线运动,摆杆为圆弧往复运动,使棘爪推动棘轮以 20° 步进。电磁装置行程为 20 mm,供种盘的扇形圆环中心角为 20° ,点 A 位置满足动力源与驱动部件的位置要求,即 $l_{AA'} = 20 \text{ mm}$, $\gamma = 20^\circ$ 。

以传动轴轴心 O 为坐标原点,建立如图 4 所示的坐标系。A、A' 的坐标为 $(-10, 56.7)$ 、 $(10, 56.7)$,D、D' 与 A、A' 在同一平行于 OX 轴的直线上,且位于电磁装置的轴线上,行程即为 $l_{AA'} = l_{DD'} =$

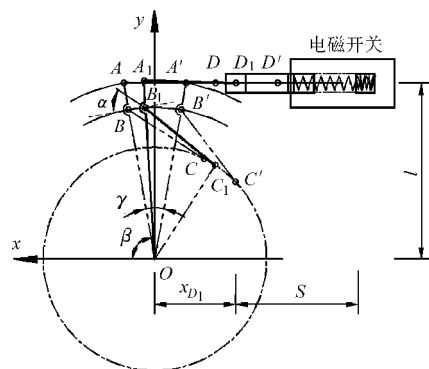


图 4 传动装置供种工作原理图

Fig. 4 Working principle of transmission device

20 mm,点 D 为起点、 D' 为终点的 D_1 的运动为直线,其位移方程为

$$x_{D_1} = \sqrt{l_{A_1D_1}^2 - (l_{OA_1}\sin\beta - l)^2} - l_{OA_1}\cos\beta$$

S 为当前位置与电磁装置的极限收缩点的位置的位移,而收缩极限点的坐标为 $(l_{OA'}\cos\beta_0 + l_{A'D'}, l)$, β_0 为 OA' 与 x 轴夹角,有

$$S = l_{OA'}\cos\beta_0 + l_{A'D'} - \sqrt{l_{A_1D_1}^2 - (l_{OA_1}\sin\beta - l)^2} + l_{OA_1}\cos\beta$$

则电磁装置行位部件的速度关系式为

$$v_{D_1} = \frac{\dot{\beta}(l_{OA_1}\sin\beta - l)l_{OA_1}\cos\beta}{\sqrt{l_{A_1D_1}^2 - (l_{OA_1}\sin\beta - l)^2}} - \dot{\beta}l_{OA_1}\sin\beta$$

根据传动部分的运动尺寸关系,加速度关系式为

$$\ddot{S} = -l_{OA_1}(\ddot{\beta}\sin\beta + \dot{\beta}^2\cos\beta)$$

2.3 关键部件结构

2.3.1 供种盘

内外供种盘由 36 个隔板将内外供种盘各均分为 18 个扇形圆环状部分,与支撑板形成 34 个供种盘格(始终有 2 个供种空间与支撑板上的排种口正对),如图 3 所示。

当小区数量超过 17 时,外供种盘在转动 17 次后,内外盘在卡爪的作用下,与内供种盘接触,由外供种盘带动内供种盘并以同样的角度绕传动轴转动,完成第 17 个小区后的小区播种作业。34 个供种空间按照预定的播种顺序编号将种子置入供种装置中,供种装置运动过程如图 5 所示。

2.3.2 支撑板

支撑板下面与支架连接,上面与内外供种盘连接,支撑板上的供种口与 2 个供种空间下底面的形状重合,形状同样为扇形圆环状(图 5)。

2.3.3 供种盘止动装置

外供种盘止动装置固定于支撑板上,内供种盘止动装置固定于轴心套筒上,通过内外供种盘上正对隔板中心面距支撑板 10 mm,长 3.5 mm 的球沟与内外供种盘配合,球沟深度为 3 mm。

3 工作性能分析

试验对象为油菜种子,共 748 g,即每小区供种质量分别为 4、5、6、7 g 的 34 份,平均千粒质量为 3.97 g,休止角为 26°。

3.1 供种均匀性分析

在自动供种系统工作时,不同的定量种子由供种装置的盘格落下至存种装置中,经过不同预定调整时间之后,存种装置提升 10 mm,种子经充种装置到达运种装置内。图 6 为小区供种量为 4、5、6、7 g 时,油菜种子下落 2、4、6、8 s 调整时间后,经充种装置到达运种装置后的均匀性变化情况。由试验结果可以看出,随着调整时间的增大,均匀性调整程度及均匀性变异系数都逐渐下降,在 8 s 时,波动性趋于平缓。

为了检验供种均匀性效果,采用存种装置中带

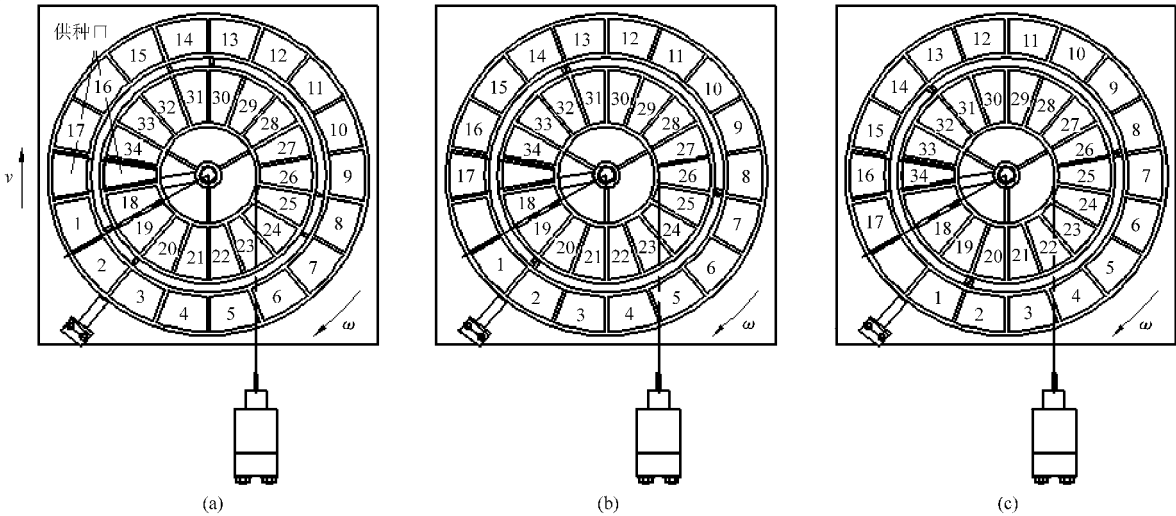


图 5 供种装置的运动过程

Fig. 5 Motion of supplying seed device

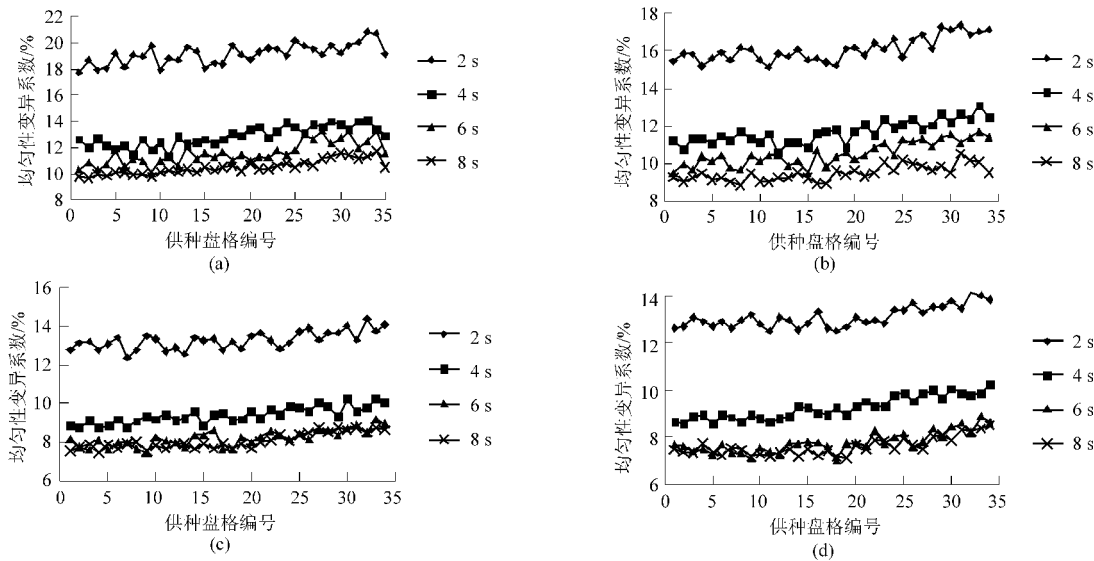


图6 不同调整时间内不同供量的种子均匀性变异系数

Fig. 6 Uniformity CV of different supply amounts in given time

(a) 供种质量 4 g (b) 供种质量 5 g (c) 供种质量 6 g (d) 供种质量 7 g

隔种筒的人工供种系统(图7)进行对比试验。不同定量种子等量分配成6份后,至存种装置的各等体积的空间内,经不同预定的调整时间后,存种装置的提升杆提升10 mm,种子经充种装置到达运种装置内。

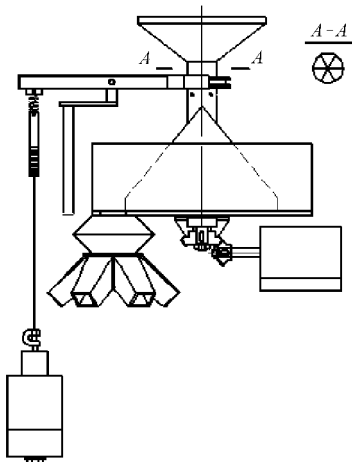


图7 人工等量隔种供种系统

Fig. 7 Artificial supplying seed system

根据 GB/T 9478—2005《谷物条播机 试验方法》,对每个运种装置盘格内的种子进行质量测定,均匀性变异系数 C 计算公式为

$$C = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n \left(M_j - \sum_{j=1}^n M_j / n \right)^2 / (n - 1)}}{\sum_{j=1}^n M_j / n} \times 100\%$$

式中 j ——运种装置的盘格编号

M_j ——格盘编号 j 的盘格中种子的质量, g

n ——接种格盘的盘格数量,取 18

图8 为油菜种子由两种供种系统排出后的供种

均匀性对比,结果表明调整时间在 8 s 时,均匀性变异系数相差分别为 0.93%、1.37%、0.51%、0.47%,最小的种子均匀性变异系数为 7.59%,为小区育种播种机的排种均匀性提供了保证。

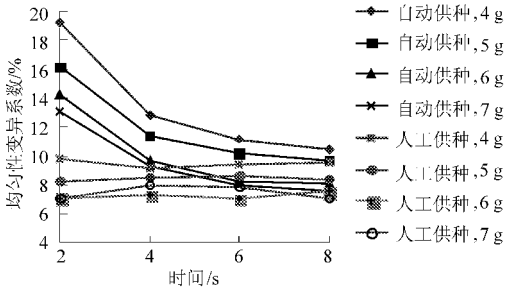


图8 供种均匀性对比

Fig. 8 Uniformity contrast of supplying seed

3.2 损失率分析

当每小区供量为 7 g 时,对运种装置盘格内的未破损种子进行质量测定,损失率为

$$Q = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\%$$

式中 M_1 ——运种盘格中未破损的种子质量, g

M_0 ——每小区的播种量, g

试验中,油菜种子的损失质量包括供种过程中,破损以及丢失的种子质量,在本次试验中,平均损失率为 0.97%,如图9所示。由于试验中油菜种子始终处于无硬性摩擦、挤压、碰撞状态,故损失率小。

3.3 供种准确性分析

当每份供量为 7 g 时,根据要求,完成 34 个小区的供种,供种装置需转动 34 次,在每次转动结束时,只有止动装置的钢球处于止动沟时(此时一个盘格位于排种口上方),为供种合格。

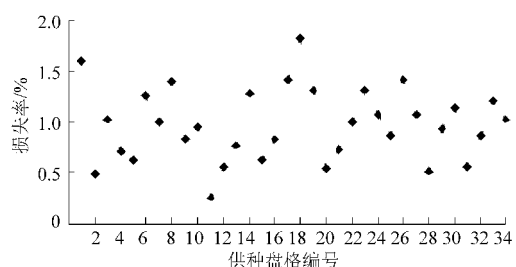


图9 损失率
Fig.9 Loss rate

供种试验中,供种格盘均能准确转至排种口下方,其供种误差小于3 mm,该误差在供种装置的自调整范围内,不会出现供种累积误差,避免了供种错误或产生漏种现象。

4 讨论

(1)以34个小区均播种油菜为例,在实际的作业过程中,34个小区可以播种不同品种的作物,如小麦、大豆、高粱等,其供量也可以不同,其动力源需根据总供量的大小确定。

(2)在一小区开始播种时,自动供种系统即开始下一小区的供种,以保证在该小区播种过程中,下一小区的种子可以有最佳的调整时间。一般情况下,10 m的小区需要10~15 s的时间,可以达到自动供种系统的要求。

(3)由于种子需要经过长距离的输送过程,自动供种系统在运种装置最后一盘格种子落入分种装置即开始工作,因此通常情况下,两相邻小区行进方向的间距表示为

$$S_l = vt$$

式中 S_l ——行进方向上两相邻小区的间距,m
 v ——小区育种播种机前进速度,m/s
 t ——种子在充种装置上滑行的时间,s

5 结论

(1)设计了一种以电磁力为动力的小区育种播种机自动供种系统,该系统通过共轴双盘格供种方式,可以连续完成34个小区的供种。

(2)通过不同供量的油菜种子在不同调整时间下的自动供种试验,表明在8 s时,其均匀性波动趋于平缓,调整量与均匀性变异系数最小,供量为7 g时,油菜种子供种均匀性变异系数最小,为7.59%。与人工等量供种相比结果表明,在两种供种系统中,各种供量的供种均匀性差异均小于1.5%,满足了作业需要。

(3)每小区供量为7 g时的供种试验结果表明,种子的损失率为0.97%,供种误差均小于3 mm,在自调整的范围,工作可靠、准确。

参 考 文 献

1 佟超. 我国农业试验区播种机械的研究与发展[J]. 农业机械学报,1995,26(1):125~126.
Tong Chao. Research and development of seeder for agricultural test zone in China[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,1995,26(1):125~126. (in Chinese)

2 刘曙光,尚书旗,杨然兵,等. 小区播种机存种装置参数试验及优化[J]. 农业工程学报,2010,26(9):101~108.
Liu Shuguang,Shang Shuqi,Yang Ranbing,et al. Test and optimization of parameters for the storing device of plot seeder [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2010,26(9):101~108. (in Chinese)

3 宋江腾,张淑敏. 小区播种机的研究现状及发展方向[J]. 农机化研究,2004(4):14~16.
Song Jiangteng,Zhang Shumin. Current situation and developmental orientation of plot seeder [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research,2004(4):14~16. (in Chinese)

4 郭佩玉,尚书旗,汪裕安. 普及和提高田间育种机械化水平[J]. 农业工程学报,2004,20(增刊):53~55.
Guo Peiyu,Shang Shuqi,Wang Yu'an. Popularizing and increasing the level of mechanization field breeding equipmeng [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2004,20 (Supp.):53~55. (in Chinese)

5 李春华,张家惠,候维高,等. 株行播种机、小区播种机圆锥-格盘式排种装置性能试验[J]. 粮油加工与食品机械,1981(8):19~25.

6 裴攸,曹圉,于长付,等. 小区播种机排种器的试验研究[J]. 粮油加工与食品机械,1981(4):17~23.

7 Egil Øyjord. Øyjord plot seeders[J]. Aas,Norway: IAMFE,Secretariate and Information Centre, 1998:1~2.

8 盛江源. 试验区用播种机排种器的研究[J]. 吉林农业大学学报,1986,8(4):90~111.
Sheng Jiangyuan. Study on the seeder-machine device of plot-planter[J]. Journal of Jilin Agricultural University,1986,8(4):90~95. (in Chinese)

9 张波屏. 菲约特小区试验田播种机[J]. 粮油加工与食品机械,1981(5):36~39.

10 Wintersteiger A G. Plot seeders[M]. Ried,Innkreis:Wintersteiger AG,2009:4~21.

11 郭佩玉,施森宝,汪裕安. 田间育种机械化与种子加工现代化[M]. 北京:中国农业大学出版社,1998:12~30.

12 张波屏. 现代种植机械工程[M]. 北京:机械工业出版社,1997:228~229.