

# 种盘振动对气吸振动式精量播种装置工作性能的影响

刘彩玲 宋建农

(中国农业大学 工学院,北京 100083)

**摘要** 种盘的结构参数和工作参数直接影响种子的运动状态,从而影响吸种效果。通过对种盘的振动试验分析,采用极差分析和方差分析方法研究了种盘振动参数对吸种率的影响。结果表明,各因素对吸种率的影响大小顺序为:弹簧刚度>偏心距>电机转速。方差和极差分析结果一致。在此基础上进行了回归试验分析,得到种盘振动的最优参数组合:弹簧刚度 $53.82\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ ,偏心距 $1.5\text{ mm}$ ,最佳电机转速 $1110\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。此时吸种率达100%。试验结果为整机的参数选择提供了依据。

**关键词** 精量播种;气吸式排种器;振动;试验分析

中图分类号 S223.2

文章编号 1007-4333(2004)02-0012-03

文献标识码 A

## Influence of seed tray vibration on work performance of suction-vibration type precision seed device

Liu Cailing, Song Jiannong

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract** The motion of seeds and the suck action will be affected by the working parameters and structural parameters of the seed tray. The effect of the vibration parameters of the seed tray to the rate of seed vacuum was investigated by range analysis and variance analysis. The results indicated that the impact sequence to the rate of seed were the rigidity of spring, eccentricity, motor speed of rotation. The result of the range analysis was the same as the variance analysis. On the basis of this, the optimal parameters of the seed tray are obtained by regression analysis. The rate of seed vacuum amount to 100% when the rigidity of spring is  $53.82\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ , the eccentricity is  $1.5\text{ mm}$ , the best motor speed of rotation is  $1110\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  or so. The results offered a criterion of parameters optimization of the whole machine.

**Key words** precision sowing; suction seeder; vibration; test analysis

水稻精量播种装置是工厂化育秧保证穴盘育秧均匀的关键设备。目前,我国用于育秧的播种机大多采用槽轮式、窝眼轮式等机械式排种装置,播种均匀性差,空穴率高,难以满足1或2粒·穴<sup>-1</sup>的新农艺要求,而且容易伤种。国外有些播种机能够满足这种要求,但大多为播种蔬菜、花卉而设计的,不适用于水稻播种,仅有日本生产的几种机型能满足水稻播种要求,但结构复杂,直接引进价格昂贵。笔者参与研究的一种气吸振动式水稻精量播种装置,结构简单,可满足水稻穴盘1或2粒·穴<sup>-1</sup>的精播要求,具有播种精度高、不伤种的优点<sup>[1]</sup>。

在该装置种盘的振动试验中发现,种盘振动状态对气吸振动式精量播种装置的工作性能具有显著影响,故笔者研究了种盘振动参数对吸种率的影响,并探讨了种盘振动的最优参数组合,拟为气吸振动式精量播种装置的参数选择提供理论依据。

### 1 气吸振动式播种装置的总体结构及工作原理

气吸振动式精量播种装置结构见图1。工作时,振动台振动使种子向上做抛掷运动,种子呈“沸腾”状态,相互间分离。此时将吸种盘移置种子盘上

收稿日期:2003-07-08

作者简介:刘彩玲,硕士,主要从事农业装备工程的研究。

方适当位置,打开气源。吸种盘上各小孔因负压作用将种子吸住(1 或 2 粒·穴<sup>-1</sup>),然后将吸种盘移到育秧盘上方适当位置,阻断气源,释放负压,种子靠自重离开吸种盘落入与之相对应的育秧盘的锥形孔穴,每穴 1 或 2 粒种子,达到精量播种的目的<sup>[2]</sup>。

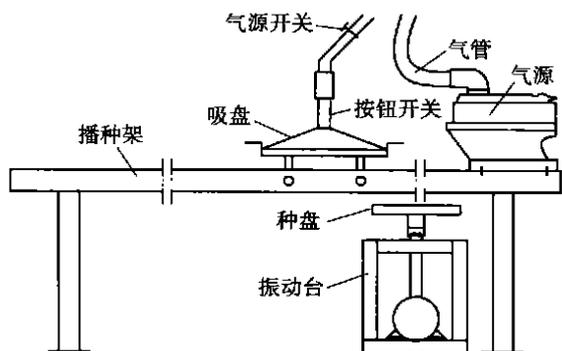


图 1 气吸式播种装置示意图

Fig. 1 The suction-vibration type precision seed device

试验用调速电机功率 0.4 kW,无级调速范围 0 ~ 1 500 r·min<sup>-1</sup>;气源为 ZW1000-938 型吸尘器,功率 1 kW,最大风压 1.5 kPa,最大风量 1.8 m<sup>3</sup>·min<sup>-1</sup>。

## 2 种盘振动参数试验分析

根据相关资料和初步试验结果<sup>[3]</sup>,选取工作频率、偏心距和弹簧刚度作为试验因素,分别选取 3 个水平,选用 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)表进行正交试验<sup>[4]</sup>。试验因素及水平设置见表 1,试验在最大风量下进行。试验结果见表 2。

表 1 试验因素及水平

Table 1 Test factors and levels

水平	因素		
	电机转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	偏心距/ mm	弹簧刚度/ (N·mm <sup>-1</sup> )
1	750	1.40	18.44
2	900	2.10	53.82
3	1 050	3.70	72.56

根据极差分析初步确定试验因素对吸种率的影响为 C>A>B,初选最优生产条件 C<sub>2</sub>A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>。空白列的极差值较大,该列为因素 A、B 的交互作用列,考虑到 2 因素交互作用对吸种率的影响,进行了因素 A、B 的交互试验。结果表明,A<sub>2</sub>与 B<sub>1</sub>搭配时吸种率达最高,因此,取 A<sub>2</sub>和 B<sub>1</sub>为因素 A、B 的最优

水平。通过分析,最后确定最优生产条件为 C<sub>2</sub>A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>,其组合恰好是试验 4,吸种率为 83.43%。

表 2 正交试验设计及结果

Table 2 Results of the orthogonal experiments

试验号	A 电机转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	B 偏心距/ mm	C 空列	弹簧刚度/ (N·mm <sup>-1</sup> )	吸种率 Y <sub>i</sub> / %
1	1(750)	1(1.40)	1	1(18.44)	46.82
2	1	2(2.10)	2	2(53.82)	59.26
3	1	3(3.70)	3	3(72.56)	48.90
4	2(900)	1	3	2	83.43
5	2	2	1	3	77.39
6	2	3	2	1	57.73
7	3(1 050)	1	2	3	52.91
8	3	2	3	1	50.61
9	3	3	1	2	78.58
K <sub>1j</sub>	154.98	183.16	202.79	155.16	
K <sub>2j</sub>	218.55	187.26	169.90	221.27	
K <sub>3j</sub>	182.10	185.21	182.94	179.20	
R <sub>j</sub>	21.19	1.37	10.96	22.04	
S <sub>j</sub>	678.36	2.80	182.87	746.48	S = 1 610.51

方差分析结果(表 3)表明,与其他因素和交互作用相比,因素 B 对吸种率的影响很小,可以 S<sub>B</sub> 作为误差的估计。以 S<sub>B</sub> 作为误差计算得到的总偏差平方和 S 与表 2 结果相同,说明试验误差的估计是正确的,同时,没有干扰因素对试验指标造成影响。F 检验(=0.01)结果表明,因素 A 和 C 对吸种率有高度显著影响,且 C>A;因素 B 影响较小。由此可知各因素对吸种率的影响为 C>A>B,与极差分析结果一致。

表 3 试验结果的方差分析

Table 3 Analysis of variance

方差来源	S <sub>j</sub>	自由度	均方和	F 值
A	678.36	2	339.180 1	242.127 **
B	2.80	2	1.400 8	
A × B	182.87	2	91.434 2	65.271 *
C	746.48	2	373.241 0	266.442 **
e <sub>S<sub>B</sub></sub>	2.80	2	1.400 8	
S	1 610.51	8		

注: F<sub>(0.01)</sub>(2, 2) = 99.0, F<sub>(0.05)</sub>(2, 2) = 19.0; \* 显著, \*\* 高度显著。

### 3 回归试验分析

不同试验水平的最高吸种率仍不能满足播种精度的要求,因此,进一步寻找最优生产条件。

在上述试验条件下选定弹簧刚度  $53.82 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 、偏心距  $1.50 \text{ mm}$ ,改变调速电机转速进行吸种试验,结果见表4。采用 Micro Tsp 数据处理软件

对试验结果进行回归分析,得到回归方程:  $y = -0.0086588x^2 + 0.3232864x - 2.0766591$ ,相关系数  $R = 0.94$ ,表明吸种率与电机转速之间存在明显的相关性。 $T$ 检验结果表明,在给定值,  $T_0$ 均大于  $t_{/2}(n-2)$ ,表明电机转速是影响吸种率的重要因素,回归曲线方程呈高度显著,较真实地反映了电机转速与吸种率的关系。

表4 电机转速与吸种率的关系

Table 4 Relation between the motor speed of rotation and the rate of seed vacuum

转速/ ( $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ )	60	780	815	1 050	1 080	1 170	1 185	1 200
吸种率/ %	33.33	55.26	86.84	98.07	99.24	96.49	90.93	86.85

由回归方程可知,当电机转速为  $1116 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$  时吸种率达最大值  $94.1\%$ 。进一步试验发现,当电机转速约为  $1110 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$  时,吸种率可达  $100\%$ ,从而确定电机转速  $1110 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 、偏心距  $1.5 \text{ mm}$ 、弹簧刚度  $53.82 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$  为最佳工作参数和结构参数。利用回归方程还可以预测试验指标范围或控制电机转速范围。

### 4 结论

1) 偏心距对吸种率的影响较小,可作为试验误差的来源; 2) 各因素对吸种率的影响为:弹簧刚度 > 偏心距 > 电机转速; 3) 最佳工作参数和结构参数为:电机转速  $1110 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 、偏心距  $1.5 \text{ mm}$ 、弹

簧刚度  $53.82 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ ,此时吸种率达  $100\%$ 。

本研究为后续研究气力吸种部件做了必要的准备工作。

### 参 考 文 献

- [1] 李耀明,刘彩玲,陈进. 水稻育苗播种装置气力吸种部件的研究[J]. 农业机械学报,1999,30(6):46~50
- [2] 吴国瑞,李耀明. 气吸式精量播种装置的研究设计[J]. 农机化研究,1998(1):55~58
- [3] 吴国瑞,李耀明,邱白晶,等. 水稻播种机振动试验研究[J]. 江苏理工大学学报,1997,18(6):12~17
- [4] 何月娥,杨孝文. 农机试验设计[M]. 北京:机械工业出版社,1986.1~160

### 科研简讯

#### “稻谷品质快速检测装置研制与开发”专题 2004 年 1 月通过农业部科研成果鉴定

我校信电学院王一鸣教授主持的课题组研制开发出的具有知识产权的“DPCZ-型稻谷品质快速检测装置样机”,适合在粮食收购、贮存、运输、加工和销售过程中对稻谷品质进行快速检测分析。鉴定委员会认为,该装置达到了国家标准 GB 1350—1999 和 GB/T 17891—1999 要求的检测精度,其中采用激光光源的直链淀粉含量检测仪和 CCD 稻谷外观品质图像分析识别软件系统属创新性成果,填补了我国仪器仪表在稻谷品质测试领域的空白,为国内首创。

(科技处供稿)