

文章编号: 100226819(2001)0220080204

# 新型气压式精密排种器的试验研究<sup>3</sup>

贺俊林<sup>1</sup> 裘祖荣<sup>2</sup>

(1. 山西农业大学, 太谷 030801; 2 天津大学, 天津 300072)

**摘要:** 对最新研制的低压式精密排种器构造、工作原理和工作参数进行了理论分析, 试验研究排种盘转速、种子面高度和排种气压变化对排种性能的影响。对排种性能影响的次要因素顺序为排种气压、排种盘转速和种子面高度。在正常工作范围内, 种子面高度变化对排种性能综合指标的影响不大。气压式精密排种器, 已应用在 2BQ YF2 6A 气压式硬茬播种机上。

**关键词:** 低压排种器; 工作参数; 排种性能; 试验

**中图分类号:** S2232<sup>+</sup> 3 **文献标识码:** A

气力式排种器是一种先进的排种装置, 适应性强, 通用性好, 不伤种子和对种子外形尺寸要求不严等, 可大大提高播种速度, 应用日益广泛<sup>[1,2]</sup>。气力式排种主要是利用气流清种(气吹式)或利用气压差携种(气吸式、气压式), 其中气吹式排种器因排种盘加工要求高和工作气压范围窄而应用不多; 气吸式排种器有各种结构, 已有广泛的应用, 但有研究注意到气吸式排种器充种室种子群状态不合理影响排种性能<sup>[3]</sup>。而且一般气压(或真空度)在 300~ 800 mmH<sub>2</sub>O, 对风机及其动力传递结构要求较高。

本文提出新型气压式精密排种器, 利用气压差携种, 充种室为正压, 控制了充种室种子群, 形成比较合理的充种状态; 独特的排种盘结构充种和携种可靠, 工作气压 120 mmH<sub>2</sub>O, 简化了风机及其动力传递的结构。在精播玉米等大粒距作物或精播大豆等小粒距作物, 播种机速可达 8 km/h 以上。排种器已应用在 2BQ YF26A 气压式硬茬播种机上。经过 2 年的示范性试验, 通过了山西省科委科技成果鉴定, 开始推广应用。

## 1 构造和工作原理

新型气压式精密排种器基本构造如图 1 所示, 送风系统将一定压力和流量的空气送入排种器充种室, 排种盘转动, 其上的弧形凹槽经过充种区时, 气

孔内外产生压力差, 一定粒数(随排种槽内气孔数而定)的种子被压附在充种槽中。经过清种区时, 清种刷将多余携带的种粒清回充种区。经过护种区时, 护种刷将气流隔断, 种粒在护种刷的保护下被带至排种区, 在其自重、离心惯性力和部分气流(从护种刷的刷毛之间泻出)的作用下从种槽中排出, 进入导种管。由于气流进入充种室发生偏转, 对充种槽内多余携带的种粒也有辅助的清回作用; 充种室的正压, 使得种子群进入充种室时不致发生壅堵; 排种盘上的凹槽使得种粒随排种盘转动通过充种区时避免与种子群之间的碰撞。

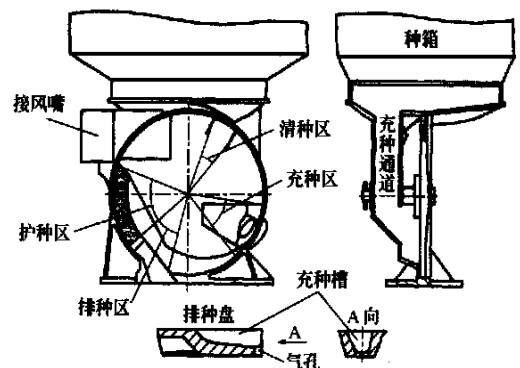


图 1 新型气压式排种器的结构和工作原理

Fig 1 Structure and principle of the new type seed meter

## 2 参数分析

### 2.1 结构参数

#### 1) 排种盘直径和结构

排种盘直径是主要结构参数之一。在结构允许的情况下, 采用较大直径的排种盘可以增加充种行

收稿日期: 2000209213

3 山西省科委科技攻关项目(961007- 2), 山西省科委科技成果登记号: 991283

贺俊林, 讲师, 山西太谷 山西农业大学农业工程系, 030801

程和充种时间, 提高充种系数。经考察对比和分析计算, 排种盘直径设计为 250 mm。充种槽数目根据对播种粒距的要求及排种槽内气孔数而定, 取玉米盘充种槽为 30 个, 单粒充种; 大豆盘充种槽为 60 个, 双粒充种。

排种盘充种槽设计为弧形凹槽结构, 如图 1 所示。主要有两个优点: (1) 种子被压附于排种盘后在型孔的保护下运动, 避免种子群的干扰, 携种可靠性高; (2) 种粒重心到气孔的间距减小近三分之一, 从而所需工作气压较低, 这是本排种器的特色之一。

2) 排种参数

排种参数主要有充种区、清种区、护种区、排种区的范围和投种口的位置。经过分析确定: 充种区  $50^\circ \sim 10^\circ$ ; 清种区  $50^\circ \sim 70^\circ$ ; 护种区  $170^\circ \sim 220^\circ$ ; 排种区  $225^\circ \sim 255^\circ$ ; 投种口设在排种盘轴垂线往前 30 mm 处, 以利于垂直投种。

2.2 工作参数分析

排种器工作参数主要包括充种气压  $p$ 、排种盘转速  $n$  和种子面高度  $H$  等, 直接影响其工作性能。

1) 充种气压

在垂直面内回转的排种盘上, 一个气孔要压附一粒种子, 至少应满足以下要求

$$Pd_0 \geq Qc$$

式中  $P$ ——1 个气孔上的压附力, N;  $d_0$ ——排种气孔直径, cm;  $Q$ ——种粒的重力、离心惯性力及种子群内摩擦力的合力, N;  $c$ ——种粒重心离排种盘气孔的间距, cm。

实际工作中, 排种器受种子自然条件(充种区种子群分布情况、种粒之间的碰撞等)和外界环境(震动、冲击)的影响, 引入携种可靠性系数  $K_1$  (一般为 1.8 ~ 2.0, 排种盘充种槽设计为弧形凹槽结构, 携种可靠性好, 取  $K_1 = 1.2$ ) 和工作情况系数  $K_2$  (1.6 ~ 2.0), 在最大极限条件下, 可求出充种室所需气压  $p$  的最大值为<sup>[4]</sup>

$$p_{max} = 80 K_1 K_2 m c (g + v_p^2 \ddot{r}_p + K \ddot{\phi} (Pd_0^3)) = 80 \times 1.2 \times 2.0 \times 2.16 \times 10^{-4} \times 0.35 \times (9.8 + 0.57^2 \ddot{\phi} 0.123 + 3.75 \ddot{\phi} (P \times 0.4^3)) = 1.17 (\text{kPa}) = 119 (\text{mm H}_2\text{O})$$

式中  $m$ ——种粒质量, kg;  $g$ ——重力加速度,  $\text{m/s}^2$ ;  $v_p$ ——排种盘气孔中心处线速度,  $\text{m/s}$ ;  $r_p$ ——排种盘气孔中心处回转半径, m;  $K$ ——种粒摩擦综合系数,  $K = (6 \sim 10) t_g H$   $H$ ——种粒自然休止角。

2) 排种盘转速

排种盘转速应保证机具高速作业的播种质量。根据对播种粒距(玉米粒距 100 mm, 大豆粒距 40 mm)和作业速度(8 km/h)的要求, 经初步试验<sup>[5-7]</sup>, 排种盘转速限制在 80 r/min 以下, 据此选择排种盘充种槽数目。实际工作中排种盘转速为 45 r/min (玉米) 或 25 r/min (大豆)。

3) 种子面高度

种子面高度指种箱内种子面至排种轴的距离。本排种器在结构上设计了一个横截面  $150 \times 50 \text{ mm}$  高 150 mm 的通道连接种箱底部到充种室, 对种箱无密封要求。本排种器工作时, 种子面高度变化范围为 350 mm (种箱内装满种子) ~ 150 mm (种箱内种子用完)。种箱内种子用完时, 上述通道内尚有约 150 mm 高度种子(约 0.5 kg)。

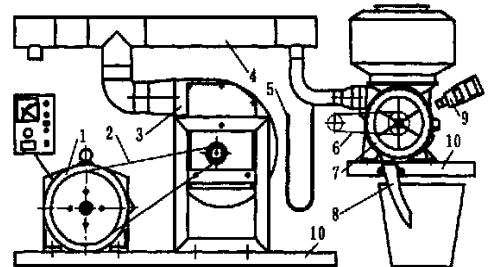
3 性能指标和试验方法

3.1 性能指标

根据 GB 69732286 单粒(精密)播种机试验方法和 2BQ YF26A 气压式硬茬精密播种机试验大纲, 拟考察的精密排种性能指标包括排种器的精排率  $a = \text{单粒排种次数} N_1 / \text{应排种总次数} N$ , 重排率  $e = \text{多粒排种次数} N_2 / N$  和漏排率  $j = \text{漏排种次数} N_3 / N$ 。考虑到实际播种作业中“宁重不漏”的原则, 引入排种性能指数  $G = a + e \times 5$ , 式中  $e$  的系数宜取 1.03 ~ 1.05。笔者认为引入排种性能指数  $G$  将重播率折算后计入, 能够与田间出苗情况相对照, 比单纯考虑精排率  $a$  更具有实际意义。

3.2 试验方法

试验在自行设计的排种器试验台上进行, 试验装置如图 2 所示, 其中计数装置设计采用计算机视



1 调速电动机 2 V 带传动 3 风机部件 4 管路  
5 U 型管压力测量仪 6 排种传动 7 排种部件  
8 计数接种植装置 9 转速测定仪 10 机架

图 2 气压式排种器试验装置

Fig 2 Experimental device for the seed meter

觉系统,限于条件,本试验由监视器和摄像机观察和摄录排种口排种情况后,调用录像计数取得数据后进行处理。

试验采用正交试验设计方法,选取可变参数为:排种盘转速 $n$ 、种子面高度 $H$ 和排种气压 $p$ ,选用 $L_9(3^4)$ 正交表。试验用种为冀承大3号玉米种,千粒重216 g。在各试验工况稳定情况下,自排种口录取10~20 s样本,从中取中间300次应连续排种次作为统计样本。

对气压式排种器的排种盘转速 $n$ 、种子面高度 $H$ 和进风口气压 $p$ 各取3种水平进行正交试验。因素水平取值如表1所示。

表1 排种性能试验的因素水平

Tab 1 Experimental factors level of seeding performance

水平	A	B	C
	排种轴转速 $n \text{ } \ddot{\text{r}} \cdot \text{m} \text{ } \text{in}^{-1}$	种子面高度 $H \text{ } \ddot{\text{m}} \text{m}$	排种气压 $p \text{ } \ddot{\text{m}} \text{mH}_2\text{O}$
1	30	150	90
2	50	250	110
3	70	350	130

表3 正交试验极差分析

Tab 3 Range analysis of orthogonal test

水平	精排率 $a \text{ } \ddot{\text{O}}\%$			重排率 $e \text{ } \ddot{\text{O}}\%$			漏排率 $j \text{ } \ddot{\text{O}}\%$			排种综合指数 $G \ddot{\text{O}}\%$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
K1	95.89	93.89	91.67	1.78	1.33	0.56	2.33	4.78	7.78	96.60	94.42	91.89
K2	95.44	95.00	97.33	1.78	1.67	1.22	2.78	3.33	1.44	96.16	95.67	97.82
K3	92.67	95.11	95.00	1.11	1.67	2.89	6.22	2.89	2.11	93.11	95.78	96.16
极差R	3.22	1.22	5.67	0.67	0.33	2.33	3.89	1.89	5.67	3.49	1.36	5.93
较优水平	A1	B3	C2	A3	B1	C1	A1	B3	C2	A1	B3	C2
主次因素	$C > A > B$			$C > A > B$			$C > A > B$			$C > A > B$		

#### 4.1 风压的影响

从正交试验和单因素试验观察结果分析,随着风压的增加,漏排减少,排种性能指标增加;进一步增加风压,重排增加,排种性能指标降低(注:为观察重排情况,试验在卸去清种刷条件下进行)。从试验过程和数据分析,合适的风压为100~130 mmH<sub>2</sub>O,实际田间作业时,为120~160 mmH<sub>2</sub>O,拖拉机保持中大油门至大油门均可满足排种性能要求。

#### 4.2 排种盘转速的影响

分析排种盘转速对排种性能的影响,目的是为确定合适的排种盘充种型孔提供依据。从试验过程和试验数据分析,排种盘转速低于60 r/min时对排种性能指标影响不大,高于80 r/min时排种性能开

## 4 试验结果与分析

试验方案和结果列于表2中。表3为正交试验极差分析。

极差分析表明,影响排种性能的主次因素顺序为排种气压 $p$ 、排种盘转速 $n$ 和种子面高度 $H$ ,其中种子面高度对排种性能影响不大,排种气压对排种性能影响较大。

表2 正交试验方案和结果

Tab 2 Plan and results of orthogonal test

试验 编号	试验方案			试验结果			
	A	B	C	a	e	j	G
1	1	1	1	92.67	0.67	6.67	92.3
2	1	2	2	98.33	1.33	0.33	98.87
3	1	3	3	96.67	3.33	0.00	98.87
4	2	1	2	97.33	1.33	1.33	98.87
5	2	2	3	96.67	3.33	0.00	98.00
6	2	3	1	92.33	0.67	7.00	92.60
7	3	1	3	91.67	2.00	6.33	92.47
8	3	2	1	90.00	0.33	9.67	90.13
9	3	3	2	96.33	1.00	2.67	96.73

始恶化。

#### 4.3 种子面高度变化的影响

从试验过程看,种子在充种通道中高度不足100 mm时,发生排种气压不足。正常情况下种子箱内种子面高度变化对排种性能的影响很小,从而保证了排种过程中排种性能的稳定。

## 5 结论

1) 正交试验表明,在播种机要求的工作参数范围内,排种性能指标不低于95%。

2) 影响排种性能的主次因素顺序为排种气压 $p$ 、排种盘转速 $n$ 和种子面高度 $H$ 。当 $p = 110 \sim 130 \text{ mm H}_2\text{O}$ ,  $n = 50 \text{ r/min}$ 和种箱内有种子时,排种性

能指标在 98% 以上。

3) 本排种器排种盘充种槽设计为弧形凹槽结构, 提高了携种可靠性, 所需工作气压较低, 简化了风机及其动力传递的结构。

#### [参 考 文 献]

- [1] 张波屏 现代种植机械工程 北京: 机械工业出版社, 1997: 326~ 366
- [2] 张德文, 李 林, 王惠民 精密播种机 北京: 农业出版社, 1982: 73~ 127.
- [3] 奚卫国等 新型气力精密排种器的空气动力学原理 农

业工程学报 1997, 13(3): 110~ 114

- [4] 中国农业机械化科学研究院 农业机械设计手册(上册). 北京: 机械工业出版社, 1988: 293~ 302
- [5] 国家标准局 GB 69732286 单粒(精密)播种机试验方法 北京: 标准出版社, 1986
- [6] 何月娥等 农机试验设计 北京: 机械工业出版社, 1986: 1~ 93
- [7] 贺俊林等 2BQ YF26A 气压式硬茬精密播种机科技成果鉴定材料 山西农业大学科技情报资料, 1999: 17, 40~ 41.

## Experimental Study on a New Type Seed Meter

He Junlin<sup>1</sup> Qiu Zurong<sup>2</sup>

(1. Shanxi Agricultural University, Shanxi Taigu 030801, China; 2. Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** A new type of seed meter using low air pressure was introduced; the structure, working principle and main parameters of the seed meter were expounded in this paper. And the effects on seeding performance were studied by experiments, which deal with the air pressure inside the seed meter, rotation speed of the disc and the height of the seeds' surface in seedbox. The results showed that the main factor is the air pressure inside the seed meter, and the height variation of the seeds' surface in seedbox almost doesn't affect the seeding performance. As a new type of seed meter, it has been employed in the direct seeder (model: 2BQ YF26A) successfully.

**Key words:** low air pressure seed meter; working parameter; seeding performance; experiment

### 《农业可持续发展概论》出版

严力蛟等编著的《农业可持续发展概论》已于 2001 年 1 月由中国环境科学出版社出版发行。

该书较为系统地介绍了农业可持续发展的缘起与内涵, 论述了气候变化、自然资源、环境污染、水体富营养化、无污染农产品、区域开发以及高新技术与农业可持续发展的关系, 阐述了农业可持续发展的规划与设计、农业可持续发展的评

价及其指标体系、农业可持续发展的若干模式, 最后对农业可持续发展的前景作了展望。可供生态学、农业科学和农业生态学工作者阅读, 同时也是大专院校相关专业师生的一本不可多得的参考书。全书共计 30.8 万字, 定价 40.00 元。

联系地址: 310029 杭州凯旋路 268 号浙江大学生态所 徐佩君 电话: (0571) 6971154

(浙江大学生态所 徐佩君)