

# 5XZ-5 型重力式精选机的研制

胡志超, 谢焕雄, 计福来, 王海鸥, 彭宝良, 田立佳

(农业部 南京农业机械化研究所, 江苏 南京 210014)

**[摘要]** 研制了 5XZ-5 型重力式精选机, 介绍了其基本结构和工作过程, 重点描述了振动工作台、传动系统、风机系统 3 个关键工作部件的设计、原理和主要工作参数及其调节。该机的振动系统采用等惯量反向配置设计, 风机系统采用多台离心风机同轴横向组配, 并配有风量调节装置。小麦种子精选试验检测结果表明, 其实际生产率为 5.1 t/h, 获选率 98.8%, 有害杂草籽清除率 100%, 除轻杂率 90%, 净度 99.6%, 破损率 0.06%, 除重杂率 85%, 粉尘浓度 8 mg/m<sup>3</sup>, 噪声 84 dB(A)。

**[关键词]** 农产品加工机械; 重力式精选机; 机械设制; 谷物精选分级加工

**[中图分类号]** S226.5

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2007)07-0193-05

## Design of 5XZ-5 gravity separator

HU Zhi-chao, XIE Huan-xiong, JI Fu-lai, WANG Hai-ou, PENG Bao-liang, TIAN Li-jia

(Nanjing Research Institute of Agricultural Mechanization, Ministry of Agriculture, Nanjing, Jiangsu 210014, China)

**Abstract:** 5XZ-5 gravity separator was designed, and its elementary structure and working process were introduced, particularly such as the structural design and working principle of vibrating screen deck, driving system, blower fan system, main working parameters and their regulation. Vibrating system was configured inversely with equal inertia designed. Blower fan system employed 5 centrifugal fans fitted on the same axes, equipped with regulating fittings for air regulation. Experiment on wheat seeds was done, and the main technical parameters were tested. Results showed: practical productivity 5.1 t/h, separation ratio 98.8%, cleaning ratio of grass seed 100%, cleanliness 99.6%, breakage ratio 0.06%, cleaning ratio of heavy mishmash 100%, dust concentration 8 mg/m<sup>3</sup>, and noise 84 dB(A).

**Key words:** agricultural processing machine; gravity separator; machine design; grain cleaning and grading

重力式精选机又称比重精选机, 是种子及其他谷物精选分级加工的关键设备之一。其根据颗粒物料的悬浮特性和摩擦特性原理, 主要用于精选外形尺寸相近而体积质量不同的各类农作物种子, 以清除发育不好、不完全成熟、受虫害危害及霉烂或已发芽的种子, 还可分离与种子尺寸相近而体积质量有一定差异的混杂物, 如并肩石等<sup>[1-3]</sup>。5XZ-5 型重力式精选机是国家“十五”科技攻关计划的研究成果, 由农业部南京农业机械化研究所和开封市茂盛粮食

机械有限公司在充分吸收丹麦、德国、美国、奥地利等国先进技术的基础上, 通过进一步创新而共同研制成功的。该机具有震动小、噪音低、参数调节方便、运行可靠等优点, 具有较大的市场潜力。现将其介绍如下。

### 1 5XZ-5 型重力式精选机的基本结构及工作过程

5XZ-5 型重力式精选机主要由进料装置、振动

\* [收稿日期] 2006-06-05

[基金项目] 国家“十五”科技攻关计划重点项目(2004BA524B04)

[作者简介] 胡志超(1963-), 男, 陕西蓝田人, 研究员, 主要从事农业机械设计及农产品加工技术装备研究。

工作台、工作台支架、工作台驱动装置、风机系统、出料装置、除尘罩、机架等主要部件组成。主要结构如图 1 所示,机架上方设喂料斗,喂料斗下方设由动力装置驱动的筛床,筛床呈双向倾斜状态,其纵向高端

和横向低端均设有卸料装置,横向低端的卸料斗底部沿纵向开有重物料出口、中间物料出口和轻物料出口,机架底部安装有风机组。

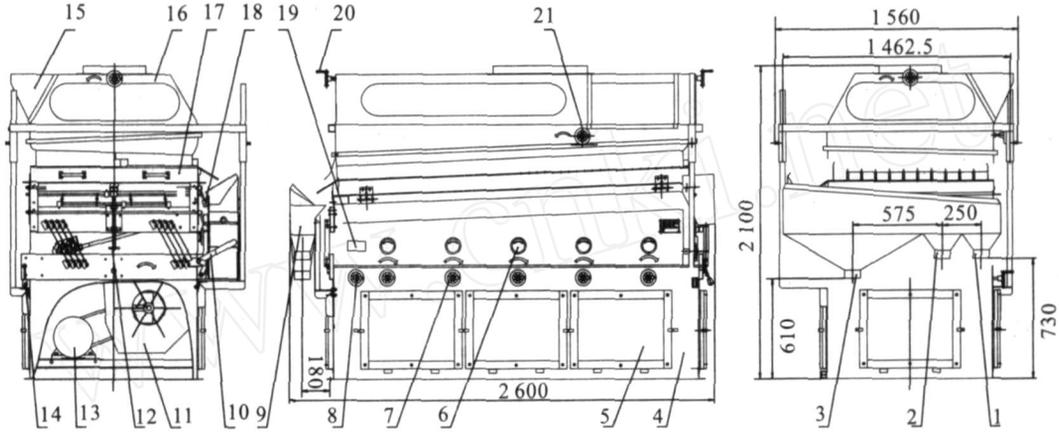


图 1 5XZ-5 型重力式精选机整机结构

1. 轻物料出口;2. 中间物料出口;3. 重物料出口;4. 机架;5. 空气过滤罩;6. 风量指示;7. 风量调节把手;8. 振动速度调节把手;9. 卸料斗;10. 纵向倾角调节把手;11. 风机系统;12. 横向倾角调节把手;13. 电机;14. 纵向倾角固定把手;15. 喂料斗;16. 除尘罩;17. 工作台面;18. 横向倾角固定把手;19. 振动速度指示;20. 除尘罩出风口调节把手;21. 喂料速度调节把手

Fig. 1 Structural schematic of 5XZ-5 gravity separator

1. Light material outlet;2. Middle material outlet;3. Heavy material outlet;4. Frame;5. Air filter;6. Air indicator;7. Air regulator;8. Vibration speed regulator;9. Discharge hopper;10. Longitudinal obliquity regulator;11. Blower fan system;12. Transverse obliquity regulator;13. Electromotor;14. Longitudinal obliquity fixation handle;15. Feeding hopper;16. De-dusting cover;17. Working deck;18. Transverse obliquity fixation handle;19. Vibration speed indicator;20. Regulating handle of air outlet;21. Regulating handle of feeding speed

该机工作过程为:当物料从喂料斗落入筛床后,在筛床的筛动和机架底部风机吹浮的共同作用下,物料由于临界速度的差异,按体积质量大小沿垂直方向呈重物料在下、轻物料在上的分层状态;同时沿筛床纵向分区,其上部为重物料区,中部为中间物料区,下部为轻物料区;上层的轻籽粒在网面倾斜与连续进料的推力作用下,移向横向低排料边的低端,由轻物料出口排出。沉聚在下层与网面接触的重籽粒,在网面往复振动的作用下,移向筛床的高端,由纵向排料口及横向的重物料出口排出。与此同时,处于轻、重籽粒间的中间籽粒则移向筛床横向排料边高、低端之间的相应部分,从中间物料出口排出。从中间物料出口排出的种子通常由回流提升机提升到喂料端,进行重复选别。该机的主要性能参数为:

- (1) 外形尺寸(mm): 2 600 × 1 560 × 2 100;
- (2) 总质量(kg): 1 300;
- (3) 配套总动力(kW): 8.25;
- (4) 生产率(kg/h): 5 000(以小麦计);
- (5) 振动台频率(Hz): 300 ~ 500(无级调节);
- (6) 筛网面积(m<sup>2</sup>): 2。

## 2 5XZ-5 型重力式精选机的关键部件及主要工作参数

### 2.1 振动工作台

重力精选机最重要的部件是工作台面,该台面纵横两向倾斜,沿纵向往复振动。工作台面由精密的木制框架、改进空气流动方式的冲孔筛和进行分选的编织筛构成。台面的构造如图 2 所示。

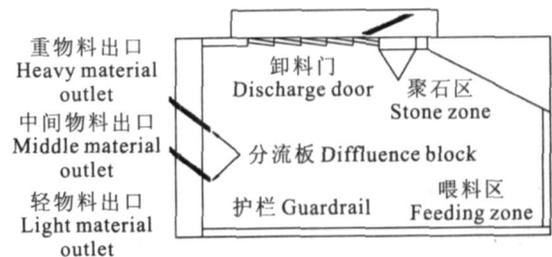


图 2 重力精选机振动的工作台面

Fig. 2 Vibrating screen deck of gravity separator

由图 2 可以看出,在台面的出口端安装了 2 个分流板,根据等级标准,对最终产品的不同部分进行分流调节。卸料门位于与喂料器相对的工作台的侧

面,用于提高产量。聚石区靠近喂料端,与卸料门位于台面的同一侧,用于从设备中除去重杂,避免掺夹到好的产品中。

物料分层后,台面的振动开始推动重物料接触台面向高端移动。同时,在台面上层的轻物料不接触振动台面而向低端移动。随着物料从台面的喂料端向卸料端流动,振动作用使垂直分层逐渐变为水平分离。物料到达台面的卸料端时,即完成了分选。重物料应集中在台面的高端,轻物料应集中在台面的低端,中间物料集中在两者之间。图 3 为工作台上物料分选的最理想分布情形,在实际操作中很难发生,通常分层区的界限不明显。重力精选机的出料是从重物料到轻物料的三个部分产品:(1)重物料或需要的产品;(2)没有分离清楚(轻重物料兼有)的中间产品;(3)轻物料或不需要的产品。

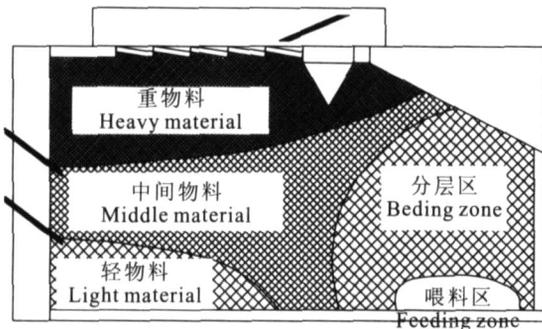


图 3 重力精选机工作台上物料的理想分布

Fig.3 Perfect distribution of material on screen of gravity separator

### 2.2 传动系统

该机的传动系统如图 4 所示。5 台风机安装在同一根风机轴上,由电机驱动,调速机一端通过皮带和带轮与风机轴联结,另一端与振动驱振轴联结,将电机的动力传送到驱振轴,并实现振动频率的无级调节。振动驱动轴上安装有 4 组偏心振动杆,振动杆(1)和(4)与振动筛联结,振动杆(2)和(3)与配重块组件联结。振动杆(1)和(4)的偏心套在振动轴上的安装方向一致,且与振动杆(2)和(3)的偏心套安装方向相反,运转时振动杆(1)和(4)的振动方向相同,振动杆(2)和(3)的振动方向相同,(1)、(4)两组的振动方向与(2)、(3)两组的振动方向正好相反。通过该设计,实现了配重块与振动筛等惯量反向配置,工作时配重块的振动和筛床的振动相互抵消,保持了整机工作时的平衡。

### 2.3 风机系统

风机系统配置在机架底部,有 5 台离心式风机

沿横向分布(图 5)。5 台风机均通过一根长轴由同一电机驱动。筛床纵向风量的分布通过出风口上端的匀风板来调节控制,匀风板上开正方形孔,孔均匀排列。匀风板安装的倾斜角度可调,且有“折弯型”( )和“平面型”( 、 )2 种形状供选择。传统重力式精选机筛床上的物料常因风力偏小而出现“死区”或因风力过大而出现“开锅”现象<sup>[4-5]</sup>,该机通过纵、横向风量的分区调节,克服了传统重力式精选机所存在的缺陷,有效提高了分选质量。

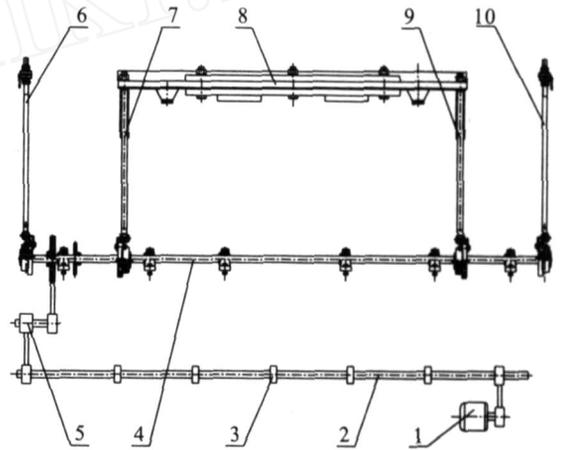


图 4 重力精选机传动系统示意图

- 1. 电机及传动;2. 风机轴;3. 风机安装座(5台);4. 振动驱振轴;
- 5. 振动调速机及传动;6. 偏心振动杆(1);7. 偏心振动杆(2);
- 8. 配重块组件;9. 偏心振动杆(3);10. 偏心振动杆(4)

Fig.4 Schematic of power driving system of gravity separator

- 1. Electromotor;2. Fan axis;3. Fan soleplate (five);
- 4. Driving axis for vibration;5. Vibrating speed regulator;
- 6. Polarizing pole(1);7. Polarizing pole(2);8. Bob-weight subassembly;
- 9. Polarizing pole(3);10. Polarizing pole(4)

通过风门调节装置(图 6)调节每台风机进风门开合的大小,使机器筛床上横向风量的分布较好满足分选需要。风门调节装置为两侧对称设计,每侧的两组风门板分别与内、外拨叉连接,内、外拨叉安装在调节螺杆的正、反向螺纹处,当转动把手时,两侧的风门将同时合拢或张开,用以调节风量大小,同时也能确保风机从中心进风,提高出风口风量的均匀性,降低噪音。

### 2.4 工作参数及调节

5XZ-5 型重力式精选机有 5 种不同的调节方式,包括喂料速度、横向倾角、纵向倾角、振动速度和风量调节,必须通过正确调节和相互协调,以获得最佳的分选效果。重力精选机控制机构及其位置如图 7 所示。

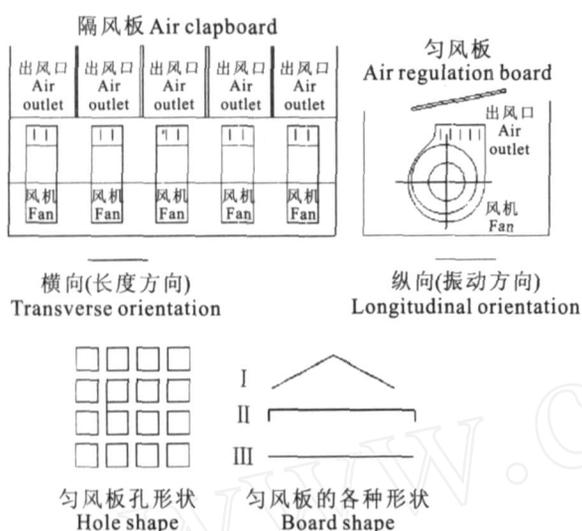


图 5 重力精选机的风机系统示意图  
Fig. 5 Schematic of blower fan system of gravity separator

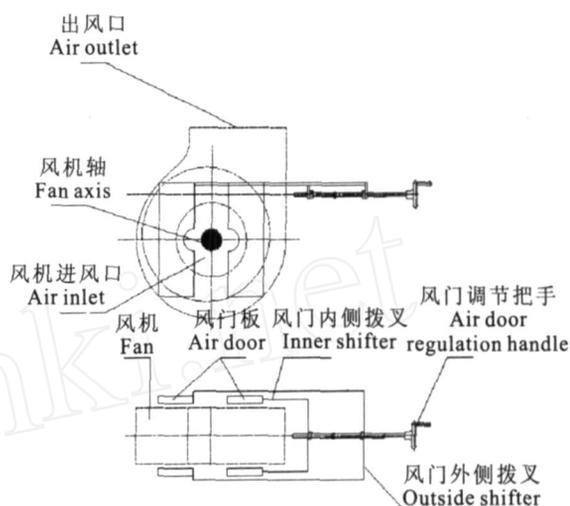


图 6 重力精选机的风门调节装置结构示意图  
Fig. 6 Structural schematic of regulator for air door of gravity separator

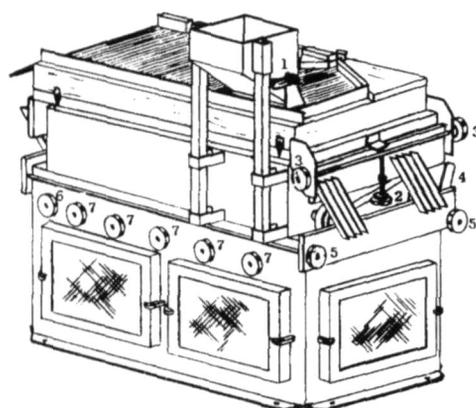


图 7 重力精选机的控制机构及位置

- 1. 喂料速度调节把手; 2. 横向倾角调节把手; 3. 横向倾角固定把手;
- 4. 纵向倾角调节把手; 5. 纵向倾角固定把手;
- 6. 振动速度控制把手; 7. 风量控制把手

Fig. 7 Distribution of controlling fittings of gravity separator

- 1. Regulating handle of feeding speed; 2. Regulating handle of transverse obliquity; 3. Transverse obliquity fixation handle; 4. Regulating handle of longitudinal obliquity; 5. Longitudinal obliquity fixation handle; 6. Regulating handle of vibration speed; 7. Handle of air regulation

(1) 喂料速度。喂料速度控制装置位于喂料器上,控制流向分离台面的物料流量。控制喂料速度是必不可少的手段。喂料速度必须均匀一致,因为喂料波动会降低分选质量。通常分选质量随着喂料速度增加而有所降低,调节时应先设置为最小喂料速度,而后在确保分选质量的前提下不断提高喂料

速度,达到所要求的生产产量。

(2) 横向倾角。横向倾角是工作台面的喂料端到卸料端的斜度。倾角的大小直接影响物料从台面的喂料端到卸料端的流动速度。横向倾角越大,种子在台面的流动速度越快,在台面的停留时间减少,分选质量随之降低。横向倾角与喂料速度的调节要协调一致,提高喂料速度时,必须加大横向倾角。

(3) 纵向倾角。纵向倾角是工作台面的高端和低端之间的高度差。纵向倾角越大,振动频率越快。通常当纵向倾角设置在或接近最大倾角时,将获得最好的分选效果。

(4) 振动频率。振动频率是工作台的摆动速度。偏心运动产生摆动使物料分层,并产生往复运动,使较重的下层物料与较轻的上层物料分离。振动频率与纵向倾角相关。通常提高振动频率(使物料向台面的高端移动)与提高纵向倾角(使物料回到低端),能获得更精确的分选。

(5) 风量控制。风量调节是重力精选机上最重要的调节,应该保证气流穿过工作台风网时具有足够的速度,以使清选物料得以分层。实际操作过程中要防止气流量过大而使台面上的种子产生沸腾状态,以致破坏物料在台面上的分层,降低分选效果。风量的调节要与喂料速度相协调,同时根据物料的临界速度不同而异。

(下转第 201 页)

经过实际使用检验,该方法对测量准确性影响较小,能够保证传感器气室无液体灌入。

## 4 结论

1) 经过对洗衣机用谐振式传感器结构参数的改进,测量范围由原来的 600 mm 增加到 1 200 mm,液位高度与传感器输出信号频率的决定系数  $R^2$  达 0.989。

2) 解决了喷雾机自动控制中的液位测量问题,为喷雾机的自动控制打下了基础,同时也可以延长水泵等部件的使用寿命。

3) 本设计的不足之处是,更换传感器必须在药液排空后进行,否则药液会在气压的作用下由导气管喷出。改进的方法是在储气罐与传感器之间安装阀门,更换传感器时关闭阀门,可以防止药液喷出。

### [参考文献]

[1] Koo Y M, Sumner H R. Total flow control for a direct injection

sprayer [J]. Applied Engineering in Agriculture. 1998, 14(4): 363-367.

[2] Ucar T, Ozkan H E, Fox R D, et al. Criteria and procedures for evaluation of solids mixing in agricultural sprayer tanks [J]. Transactions of the ASAE, 1999, 42(3): 601-607.

[3] 谢健. 超声液位测量仪的研究 [J]. 自动化仪表, 2002, 22(2): 12-15.

[4] 张晓, 史丽萍. 基于电容感应元件的多层液位传感器的研究 [J]. 传感器技术, 2003, 22(9): 6-8.

[5] 杨万国, 贾延刚. 多种液位仪表的应用对比 [J]. 石油工程建设, 2004, 30(1): 38-43.

[6] 夏龙, 王峰, 高颖. 绝对压力传感器在液位测量中的应用 [J]. 测控技术, 2004, 23(10): 13-14.

[7] 胡生清, 胡毅. 模糊洗衣机液位传感器及自动检测系统 [J]. 中国仪器仪表, 1996(6): 9-10.

[8] 扈刚, 王延峰. 谐振式水位传感器 [J]. 传感器技术, 2002, 21(5): 22-24.

[9] 何道清. 传感器与传感器技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 80-82.

[10] 日美阀门. 减压阀介绍 [EB/OL]. [http://www.rmpv.com/CH\\_web/pdf-tech/valve-9.pdf](http://www.rmpv.com/CH_web/pdf-tech/valve-9.pdf).

(上接第 196 页)

## 3 小麦种子精选试验结果

以小麦为原料,对 5XZ-5 型重力式精选机进行分选试验,并检测相关技术指标。检测结果为:实际生产率 5.1 t/h, 获选率 98.8%, 有害杂草籽清除率 100%, 除轻杂率 90%, 净度 99.6%, 破损率 0.06%, 除重杂率 85%, 粉尘浓度 8 mg/m<sup>3</sup>, 噪声 84 dB(A)。实际检测的各项指标均达到或超过该机的技术指标。试验证明,该重力精选机运行可靠,能满足实际生产需要。

## 4 结论

1) 研制成功的 5XZ-5 型重力式精选机是新一代种子精选加工设备,精选质量高,生产率为 5 t/h,能满足实际生产的需要。

2) 筛动系统采用等惯量反向配置,纵向倾角、横

向倾角、筛动频率均可实现无级调节。

3) 风系采用多台离心风机横向组配,配置风量调节装置,并采用中心进风。

4) 以小麦作为原料的整机性能试验结果表明,各项技术指标明显优于同类产品。

### [参考文献]

[1] 年伟,汪永华,邵源梅. 种子加工工序及其基本要求 [J]. 农机化研究, 2005(4): 65-67.

[2] 齐朝林,乔弘. 种子加工中的清选和精选 [J]. 种子世界, 2004(4): 57.

[3] 王万钧,胡中. 农业机械设计手册(下) [M]. 北京:机械工业出版社, 1990.

[4] 胡志超,顾仁宏. 论种子清选设备国产化 [J]. 中国农机化, 2002(3): 43-45.

[5] 封世忠,赵伟利. 谈种子加工机械存在的问题及对策 [J]. 中国种业, 2005(2): 30.