

破壳油菜籽分选机设计与试验*

郭贵生 吕新民 郭康权 冯涛 扬兵力 张丽君

(西北农林科技大学机械与电子工程学院, 陕西杨凌 712100)

【摘要】 根据破壳油菜籽的物料特性,设计了一种气流上吸与振动筛相结合的破壳油菜籽分选机,对分选原理和主要结构参数进行了分析,研究了喂入量和前、后风道风速对分选效果的影响。试验结果表明,喂入量对壳中含仁率的影响存在最佳值点;前风道风速对壳中含仁率和仁中含壳率的影响比后风道风速更大;喂入量为750 kg/h和前、后风道风速分别为1.5 m/s、5.3 m/s条件下,分选机损失率较低。

关键词: 油菜籽 脱壳 分选机 振动筛 气流

中图分类号: S226.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)12-0058-04

Design and Experiment of the Hulling Rapeseed Separator

Guo Guisheng Lü Xinmin Guo Kangquan Feng Tao Yang Bingli Zhang Lijun

(College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract

According to the material properties of hulling rapeseed, a kind of hulling rapeseed separator was designed by combination air suction above the sieve with shaker. The separation principle and the main structural parameters were analyzed. It was studied that the separation result was affected by feeding volume, wind speed of front wind tunnel as well as wind speed of behind wind tunnel. The results showed that there was an optimal value for the effect of feed volume on rate of the hull containing kernel. Comparing with wind speed of behind wind tunnel, wind speed of front wind tunnel had more effect on the rate of hull including kernel and the rate of kernel including hull. The loss rate of separator was lower when feeding volume, wind speed of front wind tunnel, wind speed of behind wind tunnel were 750 kg/h, 1.5 m/s, 5.3 m/s.

Key words Rapeseed, Hull, Separator, Shake sieve, Airflow

引言

带壳油菜籽制油时,其中的有毒物质和抗营养物质会转入食油中,使油的品质降低^[1-3]。同时也使饼粕中的粗纤维、抗营养素含量增大,表现质量和适口性变差,限制了饼粕的开发利用^[4-7]。因而,油菜籽的脱壳处理是改进传统制油工艺的重要工序。破壳油菜籽分选机是将破壳油菜籽进行分选,使仁、壳及整粒油菜籽分离并分别收集的设备。分选质量将直接影响着油菜籽脱壳后各组成部分的合理利用。经过破壳的油菜籽混合物中含有仁、壳和碎末

等,这些组分几何尺寸相近、形状类同、颗粒细小,其分选有一定难度^[8]。本文根据破壳油菜籽物料组成及制油工艺要求,确定破壳油菜籽分选机的设计方案,研究破壳油菜籽分选机的主要结构和工艺参数,并对研制的破壳油菜籽分选机进行性能试验,测试了喂入量和前、后风道风速3个因素对分选机性能的影响。

1 分选机设计

1.1 破壳油菜籽的组成

一个整粒油菜籽由种壳(皮)、子叶、胚乳层和

胚组成, 胚又由胚芽、胚茎、胚根组成。由种壳覆盖的部分称之为仁。油菜籽经破壳加工后, 其混合物组成为:

(1) 仁: 仁有整仁、半仁(子叶)、碎仁(破碎的子叶和胚)、粉末、片(胚乳层)、带壳的半仁等; 经过人工分选测试, 仁的质量约占混合物组成的 63%。

(2) 壳: 壳中有接近半球的大片的壳、小的碎壳等, 壳质量约占混合物组成的 17%。

(3) 整粒油菜籽: 包括未破壳菜籽和破壳(皮有裂纹)以及壳、仁未分离的菜籽, 质量约占混合物组成的 20%。

由于破壳后油菜籽各组分比例受到破壳方法、油菜籽含水率等因素的影响, 其各组分所占比例也有所变动。

1.2 各组分的空气动力学特性测试

破壳油菜籽各组分的空气动力学特性是破壳油菜籽分选机设计的基础数据, 为此对破壳油菜籽的不同组分的悬浮速度进行了测定。悬浮速度测定试验台由风机、透明观察圆锥筒、风筒、集流器和补偿式微压计等组成。调节风机风门改变进风量, 在距集流器一定距离处测定风压计算出进入系统的风量, 观察锥形筒内被测物料的悬浮高度, 计算其断面面积, 根据总进风量和断面面积计求出被测物料的悬浮速度的变化范围。

试验材料选用秦油 2 号甘蓝型油菜籽, 在悬浮速度试验台上测得的各组分的悬浮速度为: 整粒油菜籽 7.60 ~ 8.26 m/s; 小粒油菜籽 4.06 ~ 4.97 m/s; 仁 3.11 ~ 4.00 m/s; 小仁 1.90 ~ 3.02 m/s; 壳 1.65 ~ 2.30 m/s。

1.3 设计方案确定

分离清选原理可按物料的几何特性、空气动力学特性、振动特性等^[9]。而对破壳油菜籽而言, 由于其种壳与仁粒的几何尺寸分布相互交错, 单用几何特性分离难以实现, 同时壳屑与仁屑在尺寸大小方面也无明显的差异, 很难将其有效分离。另外, 小仁和壳的悬浮速度也无明显差异, 单用气流分选同样难以实现。经过分析论证和预备试验, 确定采用几何特性、空气动力学特性及振动特性相结合的分选方法。先用筛子分离出粉末和碎仁, 再用气流分别吸走壳、仁, 最后使整粒油菜籽沿筛面下滑。具体设计方案如图 1 所示。

1.4 分选机工作过程

破壳油菜籽混合物经料斗进料口下落到振动筛的前部, 在筛子的振动下前移到 50 目(0.27 mm) 细筛网区, 混合物中的粉末首先穿过筛孔落下。剩余物料运动至 18 目(0.88 mm) 粗筛区, 在振动作用下

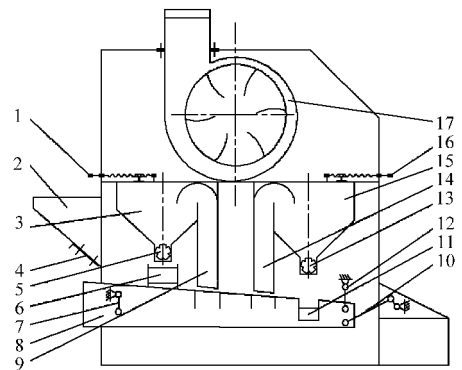


图 1 破壳油菜籽分选机原理图

Fig. 1 Diagrammatic sketch of separator principle for the hulling rapeseed

1. 前风量调节机构 2. 料斗 3. 前沉降室 4. 喂入量调节板
5. 前排料辊 6. 前滑槽 7. 前吊杆 8. 筛子 9. 前风道 10. 曲柄连杆机构
11. 后滑槽 12. 后吊杆 13. 后排料辊 14. 后风道
15. 后沉降室 16. 后风量调节机构 17. 风机

较轻的壳处于上层, 仁为中层, 而较重的整粒在下层。通过前风道时, 在风机进风气流的作用下, 悬浮速度较小的壳被前风道气流吸走, 经弧形反射板落入前沉降室沉降后, 由前滑槽排出。剩余物料沿筛面继续前移, 并有部分碎仁穿过筛孔落入集料仓。中层的仁被后风道气流吸走, 经弧形反射板落入后沉降室沉降后, 由后滑槽排出。未破壳的油菜籽、破壳后的整仁油菜籽则沿筛面流下, 经收集后待再次破壳。这样, 即完成仁、壳及整粒油菜籽的分选过程。

1.5 振动筛结构设计

振动筛由前、后不同筛孔直径的筛网 I 和筛网 II 组成。

筛网 I 采用 50 目(0.27 mm) 的钢丝筛制成, 宽度 1 000 mm, 长度 274 mm。该细筛网使混合物中 3% 粉末(破壳加工中被粉碎的油菜籽仁为主) 穿过网孔, 以免吸风道将其吸出无法沉降而造成损失。

筛网 II 采用 18 目(0.88 mm) 的钢丝筛制成, 宽度 1 000 mm, 长度 465 mm。该段筛网使混合物中的碎菜籽仁穿过筛孔, 以减轻后吸风道的工作负荷。

1.6 振动筛运动参数确定

由于油菜籽破壳后的混合物分离时, 必须使物料沿筛面滑移, 再结合气流作用使其分离, 所以在筛架运动参数设计中, 必须保证筛面物料沿筛面下滑大于上滑。振动筛运动参数应满足

$$K > K_1 > K_2 \quad (1)$$

其中
$$K = \frac{\omega^2 r}{g} \quad K_1 = \frac{\sin(\varphi + \alpha)}{\cos(\varepsilon + \alpha + \varphi)}$$

$$K_2 = \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos(\varepsilon + \alpha - \varphi)}$$

式中 K ——筛体运动特征值

K_1 ——被筛物沿筛面上滑特征值

K_2 ——被筛物沿筛面下滑特征值

α ——筛面与水平线的倾角

ε ——筛架运动方向线与水平线夹角

r ——曲柄半径 ω ——曲柄角速度

g ——重力加速度

φ ——破壳油菜籽摩擦角

设计中,取 $\alpha = 3.5^\circ$, $\varepsilon = 22^\circ$, $r = 0.008 \text{ m}$, $\omega = 47.124 \text{ rad/s}$, $n = 450 \text{ r/min}$ (曲柄轴转速), $\varphi = 19^\circ$ 。通过计算表明各参数满足式(1)条件。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

选用秦油2号油菜籽,含水率9.0%。在自行研制的破壳试验台上对油菜籽进行破壳,得到的破壳率为80%左右的混合物,进行分选试验。

2.2 试验方法

当分选机的运动参数确定后,影响分选效果的主要因素有喂入量、前风道风速和后风道风速。所以试验以喂入量、前风道风速和后风道风速为试验因素,以前滑槽中壳中含仁率和后滑槽中仁中含壳率为评价指标。

由前滑槽和后滑槽出口分别取壳、仁样品,经人工对样品进行分拣和称量。分拣时将仁中未破壳小油菜籽按壳计算。计算出前滑槽壳中含仁率和后滑槽仁中含壳率。试验因素:喂入量450~850 kg/h,前、后风道风速1~3 m/s,各取5水平。

3 试验结果与分析

3.1 喂入量

喂入量决定了筛面物料厚度和振动后物料在筛面上的分层效果。试验时,前、后风道风速分别在2.0 m/s和4.3 m/s前提下,喂入量为450~850 kg/h时试验结果如图2和图3所示。

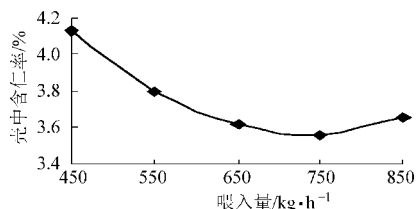


图2 喂入量和前滑槽中壳中含仁率的关系曲线

Fig.2 Relationships between feeding volume and rate of hull including kernel

由图2可以看出,随着喂入量的增大,前滑槽中壳中含仁率减小,使仁的损失减小,当喂入量增加到一定值后,前滑槽中壳中含仁率又有所增加,表明该

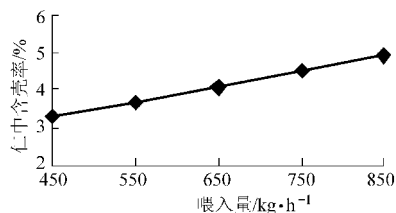


图3 喂入量和后滑槽中仁中含壳率的关系曲线

Fig.3 Relationships between feeding volume and rate of kernel including hull

型分选机存在最少损失喂入量。

由图3可以看出,随着喂入量的增加,后滑槽中仁中含壳率呈线性增加,较大的喂入量使仁的品质下降。综合考虑,喂入量取750 kg/h为宜。

3.2 前风道风速

前风道风速的作用是将破壳油菜籽混合物中的壳进行分离。试验时,喂入量为650 kg/h,后风道风速为4.3 m/s前提下,前风道风速为1~3 m/s时试验结果如图4和图5所示。由图4可以看出,随着前风道的风速增加,前滑槽中壳中含仁率近似线性增加,仁的损失加大。由图5可以看出,随着前风道风速的增加,后滑槽中仁中含壳率减小,分离出仁的品质提高。实际运行的前风道风速应该兼顾仁的损失和品质两个因素,取1.5 m/s较为适宜。

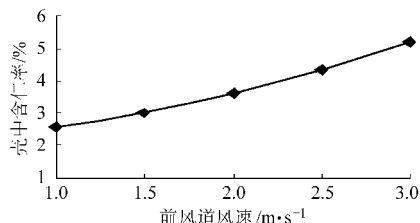


图4 前风道风速和前滑槽中壳中含仁率的关系曲线

Fig.4 Relationships between speed of front wind tunnel and rate of hull including kernel

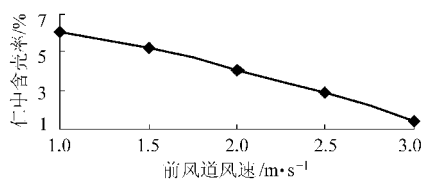


图5 前风道风速和后滑槽中仁中含壳率的关系曲线

Fig.5 Relationships between speed of front wind tunnel and rate of kernel including hull

3.3 后风道风速

后风道风速的作用是将破壳油菜籽混合物中的仁进行分离。在喂入量为650 kg/h,前风道风速为2.0 m/s前提下,后风道风速为3.3~5.3 m/s时测得前滑槽中壳中含仁率和后滑槽中仁中含壳率如图6和图7所示。试验表明,随着后风道风速增加,前滑槽中壳中含仁率呈曲线下降,后滑槽中仁中含壳率有最大值。因此,增大后风道风速有利于减少仁的

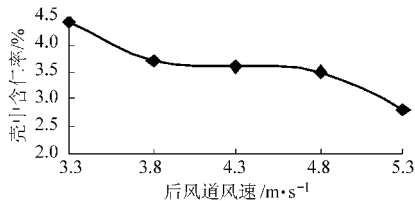


图6 后风道风速和前滑槽中壳中含仁率的关系曲线

Fig. 6 Relationships between speed of behind wind tunnel and rate of hull including kernel

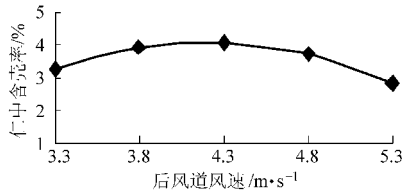


图7 后风道风速和后滑槽中仁中含壳率的关系曲线

Fig. 7 Relationships between speed of behind wind tunnel and rate of kernel including hull

损失。虽然前、后风道共用同一风机,后风道风速加大将导致前风道风速减小,影响前风道壳的分选,但后风道风速变化对后滑槽中仁中含壳率影响范围较小,不如前风道风速影响显著。综合考虑后风道风速取 5.3 m/s。

4 结论

(1)采用振动组合筛加气流上吸的原理设计的分选机能够有效分离破壳油菜籽。

(2)当喂入量为 750 kg/h、前吸风道风速为 1.5 m/s、后吸风道风速为 5.3 m/s 的条件下,分选机损失率较低。

(3)50 目(0.27 mm)细筛和 18 目(0.88 mm)粗筛网组合,能够有效减少仁的损失。

参 考 文 献

- Rasehorn H J, Deicke H D, 忻耀年. 菜籽脱皮冷榨的理论和实践[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 50~54.
Rasehorn H J, Deicke H D, Xin Yaonian. Theory and praxis of decortication and cold pressing of rape seed[J]. China Oils and Fats, 2000, 25(6): 50~54. (in Chinese)
- 李诗龙, 胡健华, 刘协舫, 等. 双低油菜籽脱皮冷榨的关键技术研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 181~185.
Li Shilong, Hu Jianhua, Liu Xiefang, et al. Key technologies for cold pressing of de-hulled double-low rapeseed kernel for oil extraction[J]. Transactions of the CSAE, 2004, 20(6): 181~185. (in Chinese)
- Singh K K, Wiesenborn D. Screw pressing characteristics of dehulled crambe seed[J]. Transactions of the ASAE, 2004, 47(1): 199~204.
- Ragnar Shison. Morden processing of rapeseed[J]. JAOCS, 1992, 69(3): 195~197.
- 郭贵生, 吕新民, 郭康权, 等. 油菜籽脱壳机脱壳性能试验研究[J]. 农业机械学报, 2005, 36(1): 148~149.
Guo Guisheng, Lü Xinmin, Guo Kangquan, et al. Study on the shelling performance of rapeseed sheller[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(1): 148~149. (in Chinese)
- 胡建华, 韦一良, 刘协舫. 油菜籽脱皮冷榨技术研究[J]. 中国油脂, 2003, 28(2): 5~7.
Hu Jianhua, Wei Yiliang, Liu Xiefang. Study on the technology of rapeseed dehulling and cold-pressing[J]. China Oils and Fats, 2003, 28(2): 5~7. (in Chinese)
- 刘大川, 张麟, 刘金波, 等. 油菜籽脱皮、低温压榨、膨化浸出制油新工艺[J]. 中国油脂, 2005, 30(2): 13~16.
Liu Dachuan, Zhang Lin, Liu Jinbo, et al. Study on new technology of rapeseed oil by dehulling, extruding-expansion and extraction[J]. China Oils and Fats, 2005, 30(2): 13~16. (in Chinese)
- 张麟. 油菜籽脱壳与仁壳分离设备研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 140~143.
Zhang Lin. Research and development of equipment for peeling rapeseed and separating hull and kernel[J]. Transactions of the CSAE. 2004, 20(1): 140~143. (in Chinese)
- 成芳, 王俊. 风筛式清选装置主要参数的试验研究[J]. 农业工程学报, 1998, 14(4): 217~221.
Cheng Fang, Wang Jun. Test study on main parameters of air and screen cleaning mechanism[J]. Transactions of the CSAE. 1998, 14(4): 217~221. (in Chinese)
- 吴崇友, 丁为民, 张敏, 等. 油菜分段收获脱粒清选试验[J]. 农业机械学报, 2010, 41(8): 70~76.
Wu Chongyou, Ding Weimin, Zhang Min, et al. Experiment on threshing and cleaning in two-stage harvesting for rapeseed[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(8): 70~76. (in Chinese)