

5X-5 型风筛式清选机的研制

胡志超, 彭宝良, 田立佳, 王海鸥, 谢焕雄, 计福来

(农业部南京农业机械化研究所, 南京 210014)

摘 要: 研制了 5X-5 型风筛式清选机, 介绍了整机的基本结构和工作过程, 并重点介绍了喂料装置、前除轻系统、筛选系统、后提升系统与后除轻系统的结构设计和工作原理。风选系统设计为正、负压双风系, 实现喂料端和出料端两次除轻杂, 提高除杂能力; 筛选系统设计为上下筛箱等惯量反向配置, 降低震动和噪音; 筛动电机实现无级调节, 转速范围为 200~1 000 r/min。对小麦种子进行试验, 并检测主要技术参数为获选率 99%, 净度 98%, 有害杂草籽清除率 90%, 破损率 0.092%, 实际千瓦小时生产率 0.65 t/(kW·h), 噪声 84 dB(A), 粉尘浓度 6.8 mg/m³。

关键词: 风筛式; 清选机; 种子

中图分类号: S226.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)04-0288-04

Design of 5X-5 Air-screen Separator

HU Zhi-chao, PENG Bao-liang, TIAN Li-jia, WANG Hai-ou,

XIE Huan-xiong and JI Fu-lai

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

Abstract: 5X-5 air-screen separator was designed. Its elementary structure and working process were introduced, particularly detailed the structural design and working principle of feeding system, pre-inspiration system, screening system, post-ascending system and post-inspiration system. Aspiration system was designed as double systems of winds with positive-inverse pressure aspiration, realized to clean light mishmashes twice from both feeding side and discharge port, ensuring high cleaning efficiency. Screening system was designed as upper and nether bins which were configured inversely with equal inertia, successfully reduced vibration and noise. Motor of screening system can be regulated stepless, with the vibration frequency ranged from 200 to 1 000 r/min. The main technical parameters of wheat seeds cleaning experiment were: separation rate 99%, cleanliness 98%, cleaning rate of grass seed 90%, breakage rate 0.092%, practical productivity 0.65 t/(kW·h), noise 84 dB(A), dust concentration 6.8 mg/m³.

Key words: Air-screen; Separator; Seed

种子清选一般用风筛式清选机来完成, 是一切种子加工过程中必要的工序, 其目的是清除夹杂物, 如碎茎叶、颖壳、泥沙、草籽和其他作物种子等, 以及大于或小于所规定尺寸范围的种子和较轻的籽粒^[1~3]。我国传统风筛式种子清选机存在诸多不足, 如仅设置了上吸风机, 即所谓的“单风

系上配置”结构, 清除轻杂特别是病变种子的效果较差; 筛选系统通常为一个振动筛箱, 加平衡块进行平衡, 平衡效果差, 震动大, 设备易损坏寿命短; 筛箱内各层清选筛为平行配置分散落料, 清除大小杂效果差^[4~6]。丹麦、德国、美国、奥地利等国的种子加工技术先进, 种子加工机械产品呈精细

收稿日期: 2006-11-17 修回日期: 2007-02-15

基金项目: “十五”国家科技攻关计划资助项目(2004BA524B04)。

作者简介: 胡志超(1963—), 男, 汉, 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的研究。

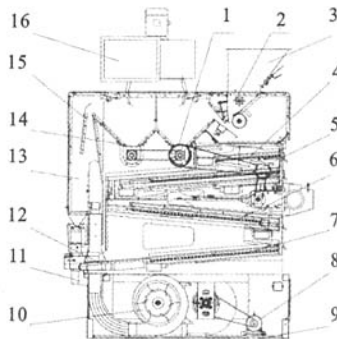
化、系列化和大型化方向发展,其风筛清选机多采用双筛箱、双风道、多筛层的结构形式,工作参数和性能调节越来越细致^[7~11]。针对我国现有技术存在除杂效果差的不足,笔者在充分吸收发达国家先进技术基础上,通过进一步创新,设计并研制了新一代风筛式种子清选机,该机可广泛适用于小麦、水稻、玉米、大麦、豌豆等各种农作物种子的清选加工,同时亦可用于各种粮食的精选加工。

1 基本结构及工作过程

5X-5 型风筛式清选机主要由喂料系统、前除轻系统、筛选系统、后除轻系统、后提升系统、出料系统等组成。整机结构如图 1 所示。该清选机的机架顶前方固定喂料斗,中部装有上吸风机,风机吸风口下方设前沉降室和后沉降室,沉降室底部均设有可以左右换向的排杂搅龙。前沉降室与喂料斗向前筛的供料通道相通。机架的下部装有由电机驱动的下吹风机,该风机出风口向上,对着主出料口之前的气浮筛,后吸通道在气浮筛上方,由下至上与后沉降室相通,在后吸通道内,在气浮筛上装有可调吸风罩。机架内装有上筛箱和下筛箱,上筛箱内安装前筛和上筛,下筛箱内安装下上筛、下下筛和气浮筛,气浮筛与下下筛在同一平面内首尾相连,上筛、下上筛及下下筛呈“反方向倾斜”配置。两个振动筛箱由同轴偏心驱动机构驱动,但其振动相位差 180°,因此两个振动筛箱的振动在前后及上下方向均有自平衡作用,从而使机器的震动明显减小。该机整体上左右对称设计,出杂系统可以根据需要装配在左侧,也可根据需要换装在右侧,从而为加工流水线上的各种配置需要提供了便利。

工作过程为:将待清选的种子喂入喂料斗后,物料则呈帘状依次进入前筛、上筛、下上筛、下下筛、气浮筛,最后好种子从主出料口排出。轻杂和病变种子在上吸风机及下吹风机的双重作用下分别从前筛的供料口和气浮筛上方被吸入前沉降室和后沉降室最后由排杂搅龙排出;种子经过前筛、上筛的筛选后,将比种子厚度大的杂物从筛上分离出来,并从与其对应的排杂口排出。种子经过上下筛,下下筛的筛选后,将比种子厚度小的杂物从筛下分离出来,也从与其对应的排杂口排出。由于物料在上下风系作用下从喂料端和出料端两次清除轻杂和病变种子,同时上下筛又呈反方向倾斜配置,因此其清除轻杂、病变种子及大小杂的

能力得到明显的提高,使种子清选质量更有保证。



1. 前沉降室 Front setting charmer; 2. 喂料搅拌器 Feeding blender; 3. 喂料斗 Feed hopper; 4. 前筛 Former sieve; 5. 上筛 Up sieve; 6. 下上筛 Middle sieve; 7. 下下筛 Floor sieve; 8. 电机 Motor; 9. 机架 Frame; 10. 下吹风机 Lower blowing fan; 11. 主出料口 Main discharge gate; 12. 气浮筛 Air blowing sieve; 13. 后吸风道 Back indraft channel; 14. 后沉降室 Back setting charmer; 15. 可调吸风罩 Adjustable air pipe; 16. 上吸风机 Top inspiratory fan

图 1 5X-5 型风筛式清选机结构图

Fig. 1 Structural schematic of 5X-5 air-screen separator

该机具有以下特点:①风选系统采用正、负压双风系首尾两次除轻,可提高清除轻杂及病变种子能力;②筛选系统采用优质钢木结构,等惯量反向配置,能有效减少震动、降低噪音,提高可靠性,满足不同加工需要;③各变量调节范围宽,易于实现精细加工;④整体结构左右对称设计,满足加工流水线的配置需要,整体采用箱式结构,可有效地降低加工车间的粉尘含量。

其主要技术参数为:①外形尺寸(长×宽×高):3 200 mm×1 840 mm×4 080 mm;②整机重量:2 400 kg;③生产率:5 000 kg/h(以小麦计);④配套动力:11.8 kW(含顶上风机 5.5 kW);⑤清选筛振动频率:80~400 r/min 无级调速。

2 关键部件的设计

2.1 喂料装置(图 2)

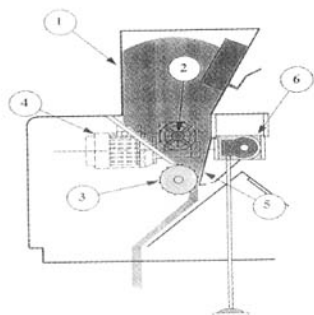
喂料口 喂料口宽度与清选机宽度相当,喂料应充满其上的全部宽度,或至少应保证在其全宽上喂料均匀。喂料是否均匀影响清选机的性能与效率,必要时可调整喂料分配板。

喂料搅拌器 搅拌器安装在喂料口处,能使谷物自由连续地流动,保证连续喂料。

喂料滚筒和驱动电机 喂料滚筒保证喂料的统一和均匀,同时降低物料的下降速度,有利于前

除轻系统的有效工作。喂料滚筒与喂料搅拌器通过链条连接,由同一电机驱动。同时,使用变频器调节喂料滚筒驱动电机转速,这样就可调节精选机的喂料速度,获得最佳的工作性能。

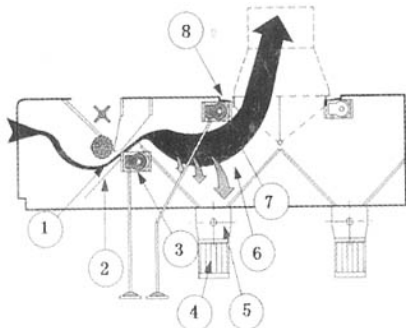
喂料阀和调节装置 喂料阀装于转动销上,并可根据精选特性和物料的物理性能调节其到喂料滚筒间的距离。喂料阀以弹簧支撑,以便让大的杂物通过,并在杂物通过后使阀门复位。喂料阀通过手轮来调节。



1. 喂料口 Feed gate; 2. 喂料搅拌器 Feeding blender; 3. 喂料滚筒 Feeding roller; 4. 喂料滚筒驱动电机 Motor; 5. 喂料阀 Feeding valve; 6. 喂料阀调节装置 Valve regulator

图2 喂料装置结构示意图

Fig. 2 Structural schematic of feeding system



1. 前吸通道 Front air channel; 2. 风速调节气阀 Air valve; 3. 风速调节装置 Air flux regulator; 4. 前沉降室螺旋输送机 Screw conveyor; 5. 前沉降室指状板 Fingerlike board; 6. 前沉降室 Front setting chamber; 7. 前回气阀调节装置 Air-out valve; 8. 前回气阀 Regulator of air-out valve

图3 前除轻系统示意图

Fig. 3 Schematic of pre-inspiration system

2.2 前除轻系统

前除轻系统的工作示意图见图3。前除轻系统开口置于喂料滚筒的下方,谷物下落时,调节风速调节板调整前吸通道内的风速,将料流中较轻的杂物(如灰尘、皮屑和谷壳等)吸到前沉降室。

在沉降室内,空气流动非常缓慢,较重的轻杂落入沉降室底部,由沉降室底部的螺旋输送机推出,而尘埃随空气带入风机。在沉降室顶部安装有回气阀,调节前除轻系统的风量。回气阀关闭时,前除轻系统的风量最大。前沉降室指状板安置于螺旋输送器的出口,阻止回气进入前除轻系统内,以免降低分离效果。顶吸风机可以单独用风机,亦可共用成套线上中央除尘风机,它使前、后沉降室产生负压,能够分离出轻、病杂和尘埃。

2.3 筛选系统

筛选系统由精选筛、引导板、料流转换器、活动淌板、固定淌板、主出口口、筛动电机、驱振轴、驱振杆、连接板等组成。其结构见图4,左图为右图中心部位的放大图。

上筛用于清除大杂,筛上物为大杂,筛下物为种子;下筛用于除小杂,筛上物为种子,筛下物为小杂。筛选系统共有四层筛,上两层筛组成上筛箱,下两层筛组成下筛箱。第一层筛为一张长800 mm宽1500 mm的圆孔筛,一般只当作上筛用,精选稻麦时通常选用120号筛,用于分离最粗糙的杂物,杂物出口位于第一层筛末端。其他三层筛可以通过料流转换器控制筛上物和筛下物的料流走向,并可更换不同的筛孔,实现上、下筛的变换组合,上筛和下筛可以互换,以达到相应的精选目的,实现各种加工需要。筛选系统上装有引导板,将物料输送到各自下属的精选筛上,使物料均匀地分配于筛面的整个宽度上,保证精选筛最有效地工作。第二层和第三层筛末端处装有料流转换器,控制筛上物和筛下物的料流走向。筛动电机采用无级调速电机,功率为2.2 kW,转速范围为200~1000 r/min。驱振轴安装在两个牢固的轴承上,驱振轴上装有偏心套。驱振杆和连接板用于将驱振轴上的偏心回转运动传给上、下筛箱,上、下筛箱作反向运动,工作时自平衡性好。

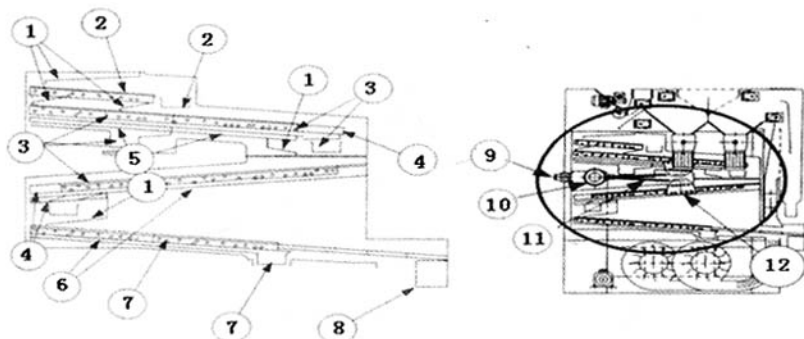
2.4 后提升和后除轻系统

后提升和后除轻系统是利用上升气流将经过筛选系统的种子中较轻的杂物、病变种子及尘埃带入后沉降室,实现分离的过程。该系统结构示意图如图5。

工作时,后提升气流由下吹风风机吹出,多通道风道将下吹风风机与上升通道相连,保证下吹风风机风量分配均匀。气浮筛安装于下筛箱尾部并随其一起运动,气浮筛可拆卸,下吹风气流穿过气浮筛,经过筛选后的物料在气浮筛上流过,在上

升的气流的作用下,较轻的杂物和病变的种子浮在上层。吸风罩安装在气浮筛的上方,吸风罩下口与气浮筛的间距可调,通常为 10~20 mm,间距调整应该适宜,既能保证物料顺利流过,不引起阻碍,又能使较轻的杂物和病变种子随气流上升通过通道,进入后沉降室。在后沉降室内,气流流动缓慢,较重的轻杂和病变种子落入底部由螺

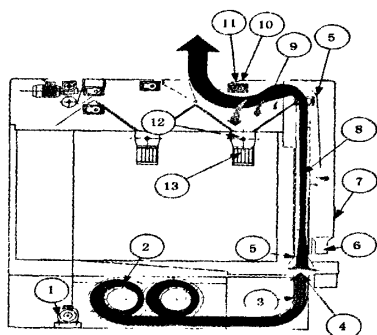
旋输送机排出,尘埃随气流上升流出机外,后除轻系统顶部的出口与中央除尘管道连接,也可单独接风机。顶部装有回气阀和回气阀调节装置,用于调节后提升系统的风量,在螺旋输送器的出口处安装有指状板,阻止回气进入后除轻系统,以免降低分离效果。



1. 引导板 Leading grid; 2. 第一层筛及杂物出口 First sieve and impurities gate; 3. 中间两层筛及杂物出口 Two middle sieve and impurity gate; 4. 料流转换器 Seeds flow converter; 5. 活动淌板 Adjustable flow grid; 6. 固定淌板 Fixed grid; 7. 第四层筛及杂物出口 The floor sieve and impurities gate; 8. 主出料口 Main discharge gate; 9. 筛动电机 Motor; 10. 驱动轴 Driving shaft; 11. 驱振杆 Driving arm; 12. 连接板 Joint plate

图 4 筛选系统结构简图

Fig. 4 Schematic of screening system



1. 下吹风电机 Motor; 2. 风机 Fan; 3. 多通道风道 Multi-flues; 4. 气浮筛 Air blowing sieve; 5. 吸风罩 Air pipe; 6. 风选出杂口 Impurities gate; 7. 玻璃视窗 Glass form; 8. 上升通道 Lifting channel; 9. 后沉降室 Back setting chamber; 10. 回气阀调节 Air-out valve regulator; 11. 回气阀 Air-out valve; 12. 螺旋输送机 Screw conveyor; 13. 指状板 Finger board

图 5 后提升及后除轻系统示意图

Fig. 5 Schematic of post-ascending system and post-inspiration system

3 小麦种子试验及结果

5B-5 型风筛式清选机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共同研制,并在江苏洪泽农场得以成功示范。以小麦

作为原料,对该机进行清选试验,并检测相关技术指标。检测结果为:获选率 99%,净度 98%,有害杂草籽清除率 90%,破损率 0.092%,实际生产率 0.65 t/(kW·h),噪声 84 dB(A),粉尘浓度 6.8 mg/m³。实际检测的各项指标均达到或超过该机的技术指标。实验证明,该机与现有风筛式种子清选机相比具有清选质量好,震动小,寿命长,易于满足加工流水线不同配置需要的优点。

4 结 论

研制成功的 5X-5 型风筛式清选机是新一代种子清选加工设备,清选质量高,生产率为 5 t/h,能满足生产的实际需要;筛选系统采用上、下筛箱等惯量反向配置,减少震动,降低了噪音;采用前除轻系统、后除轻和后提升系统对种子首尾进行两次除轻,提高了种子的清选效果;以小麦作为原料的整机性能试验结果表明,各项指标均达到国家优等品标准要求。

(下转第 294 页)

水氨氮稳定在 0.3~7.0 mg/L 之间;平均去除率 84.2%。

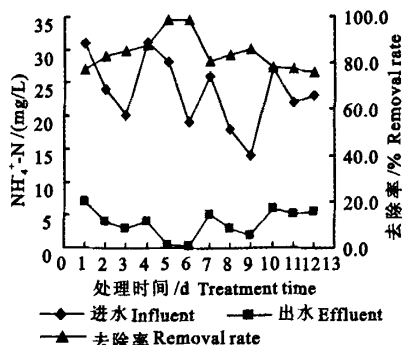


图3 系统进出水氨氮变化及去除率

Fig. 3 Variations of NH_4^+-N and removal rate

4.2.3 污泥混合液浓度 (MLSS) 反应池中 MLSS 变化见图 4,可以看出,反应池中活性污泥混合液浓度 MLSS 从开始阶段的 0.89 g/L 稳步上升到 3.61 g/L 后趋于稳定。系统运行至今没有排放过剩余污泥。

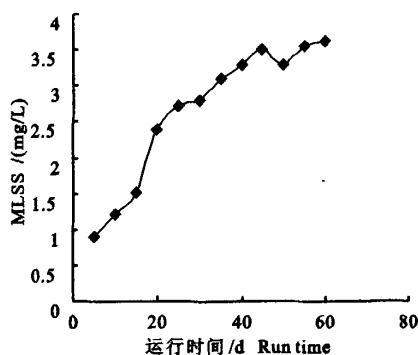


图4 反应池中 MLSS 随时间的变化

Fig. 4 Variations of MLSS with the time

4.3 膜污染情况

系统从运行至今近一年时间里,抽吸压力基本维持在 0.045 Mpa 以下,膜通量比较稳定;期间系统只进行了两次在线药液清洗(使用有效氯含量为 3 000 mg/L 次氯酸钠)。

5 经济性分析

成本分析表明,此系统吨水运行成本(不含折旧)为 0.365 元,吨水运行成本(含折旧)为 0.618 元。

6 结论

改良型 MBR 技术是污水深度处理回用及水资源化的一项新技术。由于其采用了两套独立的曝气系统,成功解决了 MBR 的运行能耗问题。水质监测数据表明:系统处理出水明显优于国家最新标准《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2002)。系统运行期间,采用脉冲曝气的方式控制膜污染,膜污染问题得到了很好的控制,膜组件运行稳定。

参考文献:

- [1] 金若菲.膜生物反应器中的生物学特征[J].微生物学通报,2004,31(2):121.
- [2] Yamamoto K, Hissa M. Direct solid-liquid separation using hollow fiber membrane in an activated sludge separation tank [J]. Wat. Sci. Tech, 1989(21):45~54.
- [3] 邵刚.膜法水处理技术[M].北京:冶金出版社,1992.
- [4] 彭跃莲,刘忠洲.膜生物反应器在污水处理的应用[J].水处理技术,1999,25(2):63~69.
- [6] 国家环境保护局.水和废水监测分析方法(第3版)[M].北京:中国环境科学出版社,1989.
- [5] GB/T 18920-2002,城市污水再生利用-城市杂用水水质标准[S].

(上接第 291 页)

参考文献:

- [1] 王万钧.农业机械设计手册(下)[M].北京:机械工业出版社,1990.
- [2] 年伟,汪永华,邵源海.种子加工工序及其基本要求[J].农机化研究,2005,(4):65~67.
- [3] 齐朝林,乔弘.种子加工中的清选和精选[J].种子世界,2004,(4):57.
- [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] 胡志超,王海鹏,彭宝良.我国种子加工技术与设备概况及

发展[J].农业装备技术,2005,31(5):14~17.

- [6] 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.
- [7] 简报.欧洲种子加工技术的进步[J].现代农业装备,2005,(7):66.
- [8] 孙永泰.丹麦西勃利亚公司的种子加工机械[J].山东农机,2005,(2):30.
- [9] 马继光.欧盟种子加工技术与机械研究概况[J].中国农技推广,2004,(5):20~21.
- [10] <http://www.olivermfgco.com/products.htm>
- [11] <http://www.indiamart.com/cimbria/products.htm>

作者：[胡志超](#)，[彭宝良](#)，[田立佳](#)，[王海鸥](#)，[谢焕雄](#)，[计福来](#)，[HU Zhi-chao](#)，[PENG Bao-liang](#)，[TIAN Li-jia](#)，[WANG Hai-ou](#)，[XIE Huan-xiong](#)，[JI Fu-lai](#)

作者单位：[农业部南京农业机械化研究所, 南京, 210014](#)

刊名：[西北农业学报](#) 

英文刊名：[ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)

年，卷(期)：2007, 16 (4)

被引用次数：1次

参考文献(11条)

1. [王万钧](#) [农业机械设计手册](#) 1990
2. 年伟;汪永华;邵源梅 [种子加工工序及其基本要求](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2005 (04)
3. 齐朝林;乔弘 [种子加工中的清选和精选](#)[期刊论文]-[种子世界](#) 2004 (04)
4. [胡志超](#);顾仁宏 [论种子清选设备国产化](#)[期刊论文]-[中国农机化](#) 2002 (03)
5. [胡志超](#);王海鸥;彭宝良 [我国种子加工技术与设备概况及发展](#)[期刊论文]-[农业装备技术](#) 2005 (05)
6. 封世忠;赵伟利 [谈种子加工机械存在的问题及对策](#)[期刊论文]-[中国种业](#) 2005 (02)
7. 简报 [欧洲种子加工技术的进步](#)[期刊论文]-[现代农业装备](#) 2005 (07)
8. 孙永泰 [丹麦西勃利亚公司的种子加工机械](#)[期刊论文]-[山东农机](#) 2005 (02)
9. [马继光](#) [欧盟种子加工技术与机械研究概况](#)[期刊论文]-[中国农技推广](#) 2004 (05)
10. [查看详情](#)
11. [查看详情](#)

本文读者也读过(10条)

1. [孙善河](#) [5X-5型风筛式清选机](#)[期刊论文]-[山东农机化](#)2004 (3)
2. [胡志超](#),[彭宝良](#),[王海鸥](#),[田立佳](#),[谢焕雄](#) [5X-12型风筛式清选机的研制](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#)2009 (6)
3. [张立新](#),[谢志根](#) [5XF-5型风筛式清选机](#)[期刊论文]-[粮油加工与食品机械](#)2001, 1 (4)
4. [胡志超](#),[计福来](#),[王海鸥](#),[田立佳](#),[彭宝良](#),[钟挺](#) [高效重力式精选设备的研制](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#)2010 (2)
5. [王裕明](#) [用旋风分离和密相返料技术改造CG35/3. 82-MXD3锅炉](#)[期刊论文]-[能源工程](#)2003 (3)
6. [刘冠军](#),[田俊英](#),[尹小琴](#),[Liu Guanjun](#),[Tian Junying](#),[Yin Xiaoqin](#) [小型复式谷物清选机的研制](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31 (4)
7. [侯艳芳](#),[于占海](#) [5XUF-10. 0型风筛式清选机的设计](#)[期刊论文]-[农业装备技术](#)2008, 34 (4)
8. [王国强](#),[王晓冬](#),[张海春](#),[张丽](#),[刘娜](#) [丹麦兴百利Delta104型种子风筛清选机的结构特点及调试方法](#)[期刊论文]-[新疆农机化](#)2006 (5)
9. [张立新](#),[谢志根](#) [5XZ-3重力式清选机的研制与开发](#)[期刊论文]-[粮油加工与食品机械](#)2001, 1 (1)
10. [温海江](#),[袁长胜](#),[陈武东](#) [种子加工技术介绍](#)[期刊论文]-[种子世界](#)2006 (5)

引证文献(1条)

1. [胡志超](#),[彭宝良](#),[王海鸥](#),[田立佳](#),[谢焕雄](#) [5X-12型风筛式清选机的研制](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2009 (6)

引用本文格式：[胡志超](#),[彭宝良](#),[田立佳](#),[王海鸥](#),[谢焕雄](#),[计福来](#),[HU Zhi-chao](#),[PENG Bao-liang](#),[TIAN Li-jia](#),[WANG Hai-ou](#),[XIE Huan-xiong](#),[JI Fu-lai](#) [5X-5型风筛式清选机的研制](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007 (4)