

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 9 月 9 日 (09.09.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/138675 A1

- (51) 国际专利分类号:
A01F 12/44 (2006.01) A01D 41/127 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/074348
- (22) 国际申请日: 2015 年 3 月 17 日 (17.03.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510095728.1 2015 年 3 月 4 日 (04.03.2015) CN
- (71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。
- (72) 发明人: 徐立章 (XU, Lizhang); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 李耀明 (LI, Yaoming); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 梁振伟 (LIANG, Zhenwei); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 唐忠 (TANG, Zhong); 中国江苏省镇江市学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。
- (74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区万红西街 2 号燕东大厦 A 座 1010 室, Beijing 100015 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: COMBINE HARVESTER SELF-ADAPTIVE CLEANING CONTROL APPARATUS AND SELF-ADAPTIVE CLEANING METHOD THEREOF

(54) 发明名称: 一种联合收获机自适应清选控制装置及其自适应清选方法

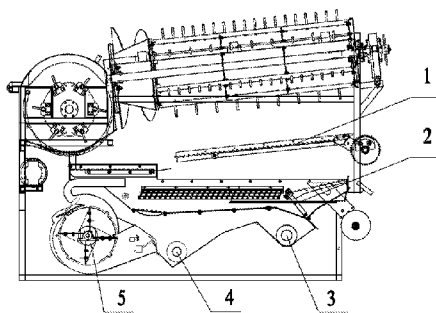


图 1

(57) Abstract: A combine harvester self-adaptive cleaning control apparatus, comprising: a return plate (1), a cleaning sieve (2), a cleaning centrifugal blower (5), an impurity collection and stirring auger (3), a grain collection and stirring auger (4), a cleaning grain loss monitoring sensor (207), a grain tank grain impurity rate automatic monitoring apparatus (6), and an on-line monitoring and control system (7). The on-line monitoring and control system is connected to the cleaning centrifugal blower, the cleaning grain loss monitoring sensor, the grain tank grain impurity rate automatic monitoring apparatus, and a power driving mechanism of a lower sieve (203) having an adjustable opening degree. Also disclosed is a self-adaptive cleaning method of the cleaning apparatus. The self-adaptive cleaning control apparatus and cleaning method thereof can automatically adjust various working parameters according to a working quality of a working process, improve production efficiency, control a failure rate to be within a certain range and improve a non-fault working time for a whole machine.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/138675 A1

一种联合收获机自适应清选控制装置，包括回程板(1)，清选筛(2)，清选离心风机(5)，杂余收集搅龙(3)，籽粒收集搅龙(4)，清选籽粒损失监测传感器(207)，粮箱籽粒含杂率自动监测装置(6)和在线监测与控制系统(7)。在线监测与控制系统与清选离心风机、清选籽粒损失监测传感器、粮箱籽粒含杂率自动监测装置以及开度可调的鱼鳞筛片(203)的动力驱动机构相连。此外还公开了该清选装置的自适应清选方法。该自适应清选控制装置及其清选方法能够根据作业过程中的作业质量自动调整各种工作参数，在提高生产效率的同时，将故障率控制在一定范围内，提高了整机的无故障工作时间。

一种联合收获机自适应清选控制装置及其自适应清选方法

技术领域

本发明属于联合收获机清选装置设计及自适应控制领域，具体涉及一种联合收获机多风道清选装置及其自适应清选方法。

背景技术

清选装置是联合收获机的“消化系统”，是影响整机作业质量、效率和适应性的核心工作部件。我国市场上保有量最大的水稻联合收获机大多采用传统的风筛式清选装置（单风道离心风机+双层振动筛），单风道离心风机用于产生清选气流，利用脱出物中各组分（包括籽粒、短茎秆、颖壳和少量轻杂余等）漂浮特性的不同，配合双层振动编织筛或鱼鳞筛，共同完成籽粒与茎秆、杂余等的分离清选。研究表明，传统风筛式清选装置目前已成为制约大喂入量水稻联合收获机发展的最主要瓶颈，其具体表现为：高产超级稻含水率高，脱出物各组分漂浮速度交错、一次气流清选吹托分层困难；高产超级稻脱出物清选时喂入量大，籽粒难以快速透筛，严重制约了清选装置的作业性能和效率，传统清选装置不能适应作物品种不断更新、单产迅速提高的要求。

国际著名的 John Deere、CASE、New Holland、CLAAS 等欧美农机跨国公司近年来研发的 988 STS（John Deere）、2388（CASE）、CR980（New Holland）和 TUCANO 470（CLAAS）等大型联合收获机产品，具有喂入量大、作业效率高、智能化程度高等特点，但这些机型主要用于收获小麦、大豆、油菜等旱作物，一般采用轮式底盘，割幅 6~10 米，自重 8~10 吨，无法适应我国水稻特性、南方超级稻主产区的 10-15 亩田块尺寸和深泥角作业环境。此外，其清选装置采用双风机（或大直径双风道风机）、预清选抖动板、回程输送板、多层清选筛等组合结构，几何尺寸庞大，无法应用到我国水稻联合收割机上。日韩等国的半喂入联合收获机受自身结构限制，无法实现大型化，作业效率和收获适应性无法大幅提高，已逐步退出我国水稻收获机械的主流市场。更重要的是，虽然欧美等发达国家生产大型联合收割机产品，但关于其高性能清选装置的试验数据、设计理论与方法属于各公司的核心机密，不会对外公开。总之，国外也没有相关的理论与方法可用来指导我国大喂入量水稻联合收获机清选装置的设计，同时因为作业对象本身特性的差异，使得我们也无法借用国外产品的设计经验。

另外，由于联合收获机作业对象差异显著、作业工况千变万化、作业环境异常复杂均对清选装置的性能造成了显著影响，传统清选装置部分结构与运动参数只能通过手工

方式、依照经验进行有级调节，无法根据作业对象和环境的变化，自动调整清选装置的作业状态参数来保证作业性能，其收获适应性较差。在保障清选性能的条件下，工作参数可根据作业条件进行自适应调整是清选技术发展的必然趋势。纵观国外先进联合收获机，电子信息技术在其上得到了广泛运用，联合收获机可根据作业过程中的作业质量自动调整各种工作参数，在提高生产效率的同时，将故障率控制在一定范围内，同时大大提高了整机的无故障工作时间。与欧美跨国公司先进的联合收获机相比，我国谷物联合收获机大都仅安装有堵塞、粮箱满等少量报警装置，普遍缺乏工作参数与作业性能监测、工作参数电动/自动调节等智能化监控装置，使得机器作业性能不稳定，作业效率依赖机手的熟练程度，且操纵强度大，堵塞故障频发，其无故障工作时间不到国外机型的五分之一，无法适应满足我国水稻规模化生产及稻油（麦）轮作区抢收抢种等作业要求。近年来，国内外学者在联合收获机智能化技术方面开展了大量的研究工作，但大多数研究仅是针对单一工作参数和作业性能参数的监测或预测模型的研究，没有根据监测到的当前作业参数值对相关部件进行反馈控制而且对多作业参数融合控制的研究也相对较少。

此外，对清选装置作业性能的监测而言，相关智能化技术研究主要集中在籽粒清选损失的监测上，而没有考虑另一个重要的性能指标——籽粒含杂率。因此性能良好的联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置是实现清选装置作业参数自适应控制的前提，经文献检索发现，迄今为止，我国尚未见有联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置的报道。

发明内容

为实现上述目的，本发明提供了一种联合收获机自适应清选控制装置及自适应清选控制方法。

本发明是通过以下技术手段实现上述技术目的的：一种联合收获机自适应清选控制装置，包括回程板，清选筛，杂余收集搅龙，籽粒收集搅龙，清选籽粒损失监测传感器，清选离心风机 和粮箱籽粒含杂率自动监测装置，清选籽粒损失监测传感器位于清选筛筛框的尾部，回程板位于振动筛上侧，杂余收集搅龙位于振动筛尾部下侧，籽粒收集搅龙与清选离心风机底部齐平，籽粒收集搅龙与储粮箱相连，清选离心风机位于振动筛下侧，清选离心风机的前侧与振动筛的前侧平齐；粮箱籽粒含杂率自动监测装置安装在籽粒收集搅龙出粮口处，所述清选筛包括上抖动板，下抖动板，开度可调的鱼鳞筛片，上振动筛，锯齿形尾筛，下振动筛驱动轴，下振动筛，下振动筛驱动液压马达，上抖动板位于上振动筛上前侧，开度可调的鱼鳞筛片位于上振动筛前部，锯齿形尾筛位于上振动筛尾

部，开度可调的鱼鳞筛片的动力驱动机构安装在的清选筛筛框尾部，下振动筛驱动液压马达安装在清选筛筛框的后部外侧并固定在清选室外的机架上，下振动筛驱动轴通过联轴器与下振动筛驱动液压马达相连；还包括在线监测与控制系统，所述在线监测与控制系统的输入端与所述清选籽粒损失监测传感器、所述下振动筛驱动液压马达和所述粮箱籽粒含杂率自动监测装置相连，所述在线监测与控制系统的输出端与所述开度可调的鱼鳞筛片的动力驱动机构、所述清选离心风机相连，用来控制所述鱼鳞筛片的开度和所述清选离心风机的进风量和进风方向。

上述方案中，所述的鱼鳞筛片开度调节机构由连接片，第一连杆，方向转换件，第二连杆，连接板，直流电动缸，直线位移传感器和支撑板，第一连接销，支撑轴，第二连接销组成；支撑板安装在清选筛的锯齿形尾筛下方的侧板上，支撑轴一端通过紧固件固定在支撑板左侧，方向转换件通过自身的中心孔安装在支撑轴的另一端，方向转换件的一端通过第一连接销与第一连杆相连，方向转换件的另一端通过第二连接销与第二连杆相连，第二连杆的另一端安装杆端关节轴承，通过连接销把第二连杆上的杆端关节轴承和直流电动缸的伸出轴上的杆端关节轴承相连，直流电动缸安装在支撑板上，直线位移传感器安装在支撑板上直流电动缸的内侧，并与直流电动缸平行，直线位移传感器的输出轴通过连接板与直流电动缸的输出轴相连，在鱼鳞筛片锯齿形尾筛的下边缘焊接矩形板，并在矩形板的中心对称位置开通孔，第一连杆穿过清选筛内的锯齿形尾筛下方侧板并通过紧固件与鱼鳞筛下方的矩形孔相连。直流电动缸通过信号线与在线监测与控制系统相连，在线监测与控制系统通过控制直流电动缸伸出轴的运动实现带动方向转换件运动最终完成鱼鳞筛开度的调节。

上述方案中，所述的清选离心风机包括风机进风口开度调节机构，风机叶片驱动机构，蜗壳，下出风口，分风板 I 及第一角度调节机构，分风板 II 及第二角度调节机构，上出风口在上振动筛下部，下出风口处设有分风板 I 和分风板 II，分风板 I 延长线过上振动筛中心，分风板 II 延长线与下振动筛尾部相交，所述风机进风口开度调节机构、所述风机叶片驱动机构、所述第一角度调节机构及所述第二角度调节机构分别于所述在线监测与控制系统的输出端连接。

上述方案中，所述风机叶片驱动机构由液压马达，液压马达安装板，联轴器，风机叶片，风机轴，轴承座组成；风机叶片均布安装在风机轴上，风机轴通过两端的轴承座安装在机架上，液压马达安装板通过螺栓连接到机架上，液压马达安装在液压马达安装板上，并使液压马达输出轴的中心线与风机轴的中心线重合，用联轴器把风机轴与液压

马达的伸出轴相连；液压马达的通过信号线与在线监测与控制系统相连，在在线监测与控制系统的控制下实现清选离心风机转速的调节。

上述方案中，所述风机进风口开度调节机构包括直流电动推杆，半月形遮风板上连接孔，半月形遮风板，半月形遮风板下连接孔；直流电动推杆安装在上出风口侧壁上，半月形遮风板的一端通过半月形遮风板上连接孔与直流电动推杆的伸出轴上的杆端关节轴承相连，半月形遮风板的另一端通过半月形遮风板下连接孔与风机下出风口的外壁活动连接；直流电动推杆通过信号线与在线监测与控制系统相连，在线监测与控制系统通过控制直流电动推杆伸出轴的运动实现推动半月形遮风板绕着半月形遮风板下连接孔转动来控制风机进风口风量。

上述方案中，所述第一角度调节机构由吊耳 I，步进电动机，旋转杆，分风板 I，滑道，吊耳 II，步进电动机支撑架，风机机壁组成；步进电动机通过步进电动机支撑架安装在机壁上，旋转杆的一端安装在步进电动机的输出轴上，吊耳 I 固定在步进电动机的输出轴上；在风机机壁上开出圆弧形滑道，旋转杆的另一端经过圆弧形滑道与吊耳 II 相连，步进电动机通过信号线与在线监测与控制系统相连，步进电动机在在线监测与控制系统的控制下实现正向或反向转动，进而带动分风板 I 转动，实现分风板 I 角度的调节。

上述方案中，所述第二角度调节机构由吊耳 I，步进电动机，旋转杆，分风板 II，滑道，吊耳 II，步进电动机支撑架，风机机壁组成；步进电动机通过步进电动机支撑架安装在机壁上，旋转杆的一端安装在步进电动机的输出轴上，吊耳 I 固定在步进电动机（的输出轴上；在风机机壁上开出圆弧形滑道，旋转杆的另一端经过圆弧形滑道与吊耳 II 相连，步进电动机通过信号线与在线监测与控制系统相连，步进电动机在在线监测与控制系统的控制下实现正向或反向转动，进而带动分风板 II 转动，实现分风板 II 角度的调节。

上述方案中，所述联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置包括粮样抽取机构、粮样传送机构、机器视觉部分及处理器；所述粮样抽取机构包括导流槽、支架、取样滚筒、料斗、直流步进电动机、联轴器、连接架，所述导流槽连接在联合收获机粮箱出粮口上，所述料斗位于导流槽的下方，所述导流槽的底面上、且位于料斗正上方的位置设有一矩形孔，所述取样滚筒两端由支架支撑、位于料斗内，且所述取样滚筒表面至少有一个凹槽，所述凹槽的开口与矩形孔相同，取样滚筒在转动时与矩形孔相切，所述取样滚筒的一端通过联轴器与直流步进电动机相连；所述粮样传送机构至少包括承载粮样的传送平台、能够使传送平台传送粮样的传动装置；所述机器视觉部分由支撑板、光照箱、光源、可见光 CCD 摄像机组成；所述支撑板焊接在支架上，所述支撑板具有垂直于传送平台的

竖直板，所述竖直板下边缘与传送平台之间的间隙稍大于所述收获机收货粮食籽粒的高度，所述光照箱吊装在支撑板上、且位于所述传送平台上方，光源、可见光 CCD 摄像机位于光照箱内；所述处理器包括电流控制器、直流步进电动机控制器、图像预处理单元、图像分割单元、杂余计数单元；所述可见光 CCD 摄像机经数据线与图像预处理单元相连，所述光源与电流控制器相连，所述图像预处理单元用于将可见光 CCD 摄像机拍摄的待测图像转化转换成二值化图像，所述图像分割单元用于在所述二值化图像中分割杂余特征图像、提取杂余的形态特征及颜色特征并对杂余与籽粒进行分离，所述杂余计数单元用于对图像中的杂余进行计数；所述粮样传送机构的传送平台为送料台，所述传动装置包括板弹簧、铁芯线圈、衔铁、底座，所述送料台通过板弹簧固定在底座上，所述铁芯线圈、衔铁分别固定在底座、送料台的下表面上，所述铁芯线圈与电流控制器相连。所述挡板固定在传送平台的尾部下方；所述粮样抽取机构还包括仓壁激振器，所述仓壁激振器设在料斗的底面外侧、且与电流控制器相连；料斗的出口位于一侧，料斗宽度与送料台的宽度相一致；所述处理器通过信号线与在线监测与控制系统相连。

上述方案中，所述抖动板距上振动筛 0.050m~0.10m，抖动板尾部与上振动筛重叠 0.5m~0.8m，上振动筛位于下振动筛上侧 0.10m~0.15m，上振动筛和下振动筛的外侧宽度为 1.2m~1.5m，回程板的长度为 0.8~1.5m，宽度 1.0~1.5mm。

本发明还提供了一种利用联合收获机自适应清选控制装置进行自适应清选的方法，包括以下步骤：

S1：联合收获机工作过程中，在线监测与控制系统实时获取清选离心风的下出风口分风板 I 倾角、下出风口分风板 II 倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛振动频率、鱼鳞筛开度、籽粒清选损失率、粮箱籽粒含杂率来表征多风道自适应清选装置的作业状态；

S2：多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统对监测数据进行异常数据替代、缺失数据补齐、数据消噪预处理，以消除随机、不确定性因素对后续数据分析的影响；

S3：将在线监测与控制系统实时获取清选离心风的下出风口分风板 I 倾角、下出风口分风板 II 倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛振动频率、鱼鳞筛开度、籽粒清选损失率、粮箱籽粒含杂率的参数时间序列视为关联变量，基于监测数据预处理，以预测有效度作为预测精度的评估准则，分别应用贝叶斯网络推理提取清选装置各性能参数时间序列强关联变量，通过混沌相空间重构方法确定多变量清选装置各性能参数时间序

列样本重构维数并结合灰色关联聚类分析方法和高斯过程回归模型，动态确定清选装置各性能参数时间序列样本最佳重构维数；

S4：应用希尔伯特—黄变换（HHT）分析方法，通过经验模态分解（EMD）将清选装置性能参数的时间序列分解成不同瞬时频率固有模态函数（IMF）分量的叠加，依据清选装置性能参数时间序列的瞬时特征建立清选装置各性能参数自适应预测模型；

S5：以清选装置性能参数自适应预测模型的预测值为样本输入，以变量拟合残差作为样本输出，通过多元核支持向量回归机（MSVR）对清选装置各性能参数自适应预测模型的拟合残差进行回归分析，进一步对预测值进行修正；

S6：多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统，以通过多元核支持向量回归机（MSVR）模型修正后的清选装置各性能指标参数预测值为输入变量，应用模糊控制理论，实时输出相应的控制信号作用于多风道自适应清选装置清选离心风的下出风口分风板Ⅰ倾角、下出风口分风板Ⅱ倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛的振动频率及鱼鳞筛开度的各调节机构的驱动元件上并完成多风道自适应清选装置各工作参数的实时调节，以使多风道自适应清选装置各性能参数分布在合理的范围内。

本发明的有益效果：（1）本专利针对制约中国大喂入量水稻联合收获机核心工作部件——清选装置的作业性能、效率和收获适应性的技术瓶颈，应用本专利提出的多风道清选装置及自适应清选方法，清选装置能根据作业过程中的作业质量自动调整各种工作参数，在提高生产效率的同时，将故障率控制在一定范围内，同时大大提高了整机的无故障工作时间。（2）本专利提出的多风道清选装置及自适应清选方法可用于水稻、小麦、油菜、大豆等其他作物清选装置中，将在很大程度上推动我国收获机械行业的技术进步，为我国粮食安全提供理论、技术和装备保障。

附图说明

图1是联合收获机多风道清选装置主视图。

图2是联合收获机多风道清选装置清选筛主视图。

图3是清选筛振动频率调节机构左视图。

图4是清选筛鱼鳞筛片开度调节装置原理图。

图5是清选筛鱼鳞筛片开度调节装置安装位置主视图。

图6是直流电动缸和直线位移传感器相对位置主视图。

图7是多风道清选风机主视图。

图8是清选离心风机驱动装置左视图。

图 9 清选风机进风口开度调节机构主视图。

图 10 是分风板 I 角度调节机构主视图。

图 11 是分风板 I 主视图。

图 12 是分风板 I 角度调节机构左视图。

图 13 是分风板 II 角度调节机构主视图。

图 14 是分风板 II 主视图。

图 15 是分风板 II 角度调节机构左视图。

图 16 是联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置左视图。

图 17 是联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置主视图。

图中：1-回程板，2-清选筛，3-杂余收集搅龙，4-籽粒收集搅龙，5-清选离心风机，6-粮箱籽粒含杂率自动监测装置；201-上抖动板，202-下抖动板，203-鱼鳞筛片，204-上振动筛，205 鱼鳞筛片开度调节机构，206-锯齿形尾筛，207-清选籽粒损失监测传感器，208-下振动筛驱动轴，209-下振动筛，2010-弧形导风板，2011-上抖动板驱动轴承，2012 进风口，2013-下振动筛驱动液压马达，2014-联轴器；205-1-连接片，205-2-第一连杆，205-3-方向转换件，205-4-第二连杆，205-5-连接板，205-6-直流电动缸，205-7-直线位移传感器和 205-8 支撑板，205-9-第一连接销，205-10-支撑轴，205-11-第二连接销；501-风机进风口开度调节机构，502-风机叶片及驱动机构，503-蜗壳，504-下出风口，505-分风板 I 及角度调节机构，506-分风板 II 角度调节机构，507-上出风口；501-1-直流电动推杆，501-2-半月形遮风板上连接孔，501-3-半月形遮风板，501-4-半月形遮风板下连接孔，502-1-液压马达，502-2-液压马达安装板，502-3-联轴器，502-4-风机叶片，502-5-风机轴，502-6-轴承座；505-1-吊耳 I，505-2-步进电动机，505-3 旋转杆，505-4-分风板 II，505-5-滑道，505-6 吊耳 II，505-7 步进电动机支撑架，505-8 清选风机机壁；506-1-吊耳 I，506-2-步进电动机，506-3-旋转杆，506-4-分风板，506-5-滑道，506-6-吊耳 II，506-7-步进电动机支撑架，506-8-清选风机机壁；601-导流槽，602-支架，603-取样滚筒，604-料斗，605-支撑板，606-送料台，607-板弹簧，608-铁芯线圈片，609-衔铁，610-底座，611-挡板，612-排出口，613-光照箱，614-光源，615-可见光 CCD 摄像机，616-仓壁激振器，617-处理器，618-直流步进电动机，619-联轴器，620-连接架，621-安装孔，7-在线监测与控制系统。

具体实施方式

下面结合附图以及具体实施例对本发明作进一步的说明，但本发明的保护范围并不限于此。

如图 1 所示, 多风道自适应清选装置由回程板 1, 清选筛 2, 杂余收集搅龙 3, 籽粒收集搅龙 4, 清选离心风机 5, 粮箱籽粒含杂率自动监测装置 6 和多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 7 组成; 回程板 1 位于振动筛 2 上侧, 杂余收集搅龙 3 位于振动筛 2 尾部下侧, 籽粒收集搅龙 4 位于在振动筛 2 下侧 1/4 位置处, 籽粒收集搅龙 4 与清选离心风机 5 底部齐平, 籽粒收集搅龙 4 与储粮箱相连, 清选离心风机 5 位于振动筛 2 下侧, 清选离心风机 5 的前侧与振动筛 2 的前侧平齐; 粮箱籽粒含杂率自动监测装置(6)安装在籽粒收集搅龙 4 出粮口处。籽粒清选装置长度为 2.0m~2.5m, 宽度为 1.2m~1.5m, 高度为 0.6m~0.8m; 回程板的长度为 0.8~1.5m, 宽度 1.0~1.5mm。

如图 2,3 所示, 清选筛 2 包括上抖动板 201, 下抖动板 202, 鱼鳞筛片 203, 上振动筛 204, 鱼鳞筛片开度调节机构 205, 锯齿形尾筛 206, 清选籽粒损失监测传感器 207, 下振动筛驱动轴 208, 下振动筛 209, 弧形导风板 2010, 上抖动板驱动轴承 2011, 进风口 2012; 上抖动板 201 位于上振动筛 204 上前侧, 鱼鳞筛片 203 位于上振动筛 204 前部, 锯齿形尾筛 206 位于上振动筛 204 尾部, 鱼鳞筛片开度调节机构 205 位于上振动筛 204 与下振动筛 209 之间, 鱼鳞筛片开度调节机构 205 的动力驱动机构安装在的清选筛 2 筛框尾部; 弧形导风板 2010 位于上振动筛 204 的下部, 弧形导风板 2010 的后部与下振动筛 209 的前部相连, 弧形导风板 2010 的前部与上振动筛 204 的前部在水平方向上平齐。进风口 2012 位于上抖动板 201 与上振动 204 之间, 在上振动筛 204 的正前方, 进风口 2012 的延长线与上振动筛 204 平行; 上抖动板驱动轴承 2011 与上抖动板 201 相连, 下振动筛驱动链轮 208 位于清选筛 2 筛框的后部外侧, 并与下振动筛 209 相连; 下振动筛驱动液压马达 2013 安装在清选筛 2 筛框的后部外侧并固定在清选室外的机架上, 下振动筛驱动轴 208 通过联轴器 2014 与下振动筛驱动液压马达 2013 相连; 清选籽粒损失监测传感器 207 位于清选筛 2 筛框的尾部, 下振动筛 209 采用编织筛结构; 清选筛 2 长度为 2.0m~2.5m, 宽度为 1.2m~1.5m, 高度为 0.6m~0.8m; 抖动板 201 距上振动筛 204 0.050m~0.10m, 抖动板 201 尾部与上振动筛 204 重叠 0.5m~0.8m, 上振动筛 204 位于下振动筛 209 上侧 0.10m~0.15m, 上振动筛 204 和下振动筛 209 的外侧宽度为 1.2m~1.5m。

如图 4,5,6 所示, 鱼鳞筛片开度调节机构 205 由连接片 205-1, 第一连杆 205-2, 方向转换件 205-3, 第二连杆 205-4, 连接板 205-5, 直流电动缸 205-6, 直线位移传感器 205-7 和支撑板 205-8, 第一连接销 205-9, 支撑轴 205-10, 第二连接销 205-11 组成; 支撑板 205-8 安装在清选筛 2 的锯齿形尾筛 206 下方的侧板上, 支撑轴 205-10 一端通过紧固件固定在支撑板 205-8 左侧, 方向转换件 205-3 通过自身的中心孔安装在支撑轴 205-10

的另一端，方向转换件 205-3 的一端通过第一连接销 205-9 与第一连杆 205-2 相连，方向转换件 205-3 的另一端通过第二连接销 205-11 与第二连杆 205-4 相连，第二连杆 205-4 的另一端安装杆端关节轴承，通过连接销把第二连杆 205-4 上的杆端关节轴承和直流电动缸 205-6 的伸出轴上的杆端关节轴承相连，直流电动缸 205-6 安装在支撑板 205-8 上，直线位移传感器 205-7 安装在支撑板 205-8 上直流电动缸 205-6 的内侧，并与直流电动缸 205-6 平行，直线位移传感器 205-7 的输出轴通过连接板 205-5 与直流电动缸 205-6 的输出轴相连，在鱼鳞筛片 203 锯齿形尾筛的下边缘焊接一块尺寸为 200*200mm 的矩形板，并在矩形板 205-1 的中心对称位置开通孔，第一连杆 205-2 穿过清选筛 2 内的锯齿形尾筛 206 下方侧板并通过紧固件与鱼鳞筛 205-1 下方的矩形孔相连。直流电动缸 205-6 通过信号线与多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 8 相连，在多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 8 的控制下，实现直流电动缸 205-6 伸出轴的直线运动，进而带动方向转换件 205-3 运动最终完成鱼鳞筛开度的调节。

如图 7 所示，清选离心风机 5 包括风机进风口开度调节机构 501，风机叶片及驱动机构 502，蜗壳 503，下出风口 504，下出风口分风板 I 及角度调节机构 505，下出风口分风板 II 角度调节机构 506，上出风口 507，上出风口 507 在振动筛 209 下出风口 504 处有分风板 I 505 和分风板 II 506，分风板 I 505 延长线过上振动筛 204 中心，分风板 II 506 延长线与下振动筛 209 尾部相交。

如图 8 所示，风机叶片驱动机构由液压马达 502-1，液压马达安装板 502-2，联轴器 502-3，风机叶片 502-4，风机轴 502-5，轴承座 502-6 组成；风机叶片 502-4 均布安装在风机轴 502-5 上，风机轴 502-5 通过两端的轴承座 502-6 安装在机架上，液压马达安装板 502-2 通过螺栓连接到机架上，液压马达 502-1 安装在液压马达安装板 502-2 上，并使液压马达 502-1 输出轴的中心线与风机轴 502-5 的中心线重合，用联轴器 502-3 把风机轴 502-5 与液压马达 502-1 的伸出轴相连。液压马达 502-1 的控制器通过信号线与多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 8 相连，在多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 8 的控制下，液压马达 502-1 的控制器驱动液压马达 502-1 的相关执行部件以控制液压马达 502-1 转速，进而实现清选离心风机 5 转速的调节。

如图 9 所示，风机进风口开度调节机构 501 包括直流电动推杆 501-1，半月形遮风板上连接孔 501-2，半月形遮风板 501-3，半月形遮风板下连接孔 501-4 组成；直流电动推杆 501-1 安装在上出风口 507 侧壁上，半月形遮风板 501-3 的一端通过半月形遮风板上连接孔 501-2 与直流电动推杆 501-1 的伸出轴上的杆端关节轴承相连，半月形遮风板 501-3

的另一端通过半月形遮风板下连接孔 501-4 与风机下出风口 504 的外壁活动连接；直流电动推杆 501-1 通过信号线与多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 8 相连，工作过程中，多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 8 控制着直流电动推杆 501-1 伸出轴的运动，进而推动半月形遮风板 501-3 绕着半月形遮风板下连接孔 501-4 转动，实现风机进风口开度的调节，以控制风机进风口风量。

如图 10,11,12 所示，分风板 I 角度调节机构 505 由吊耳 I 505-1，步进电动机 505-2，旋转杆 505-3，分风板 I 505-4，滑道 505-5，吊耳 II 505-6，步进电动机支撑架 505-7，风机机壁 505-8 组成；步进电动机 505-2 通过步进电动机支撑架 505-7 安装在风机机壁 505-8 上，旋转杆 505-3 的一端安装在步进电动机 505-2 的输出轴上，吊耳 I 505-1 固定在步进电动机 505-2 的输出轴上；在风机机壁 505-8 上开出圆弧形滑道 505-5，旋转杆 505-3 的另一端经过圆弧形滑道 505-5 与吊耳 II 505-6 相连。步进电动机 505-2 通过信号线与多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 7 相连，工作过程中，步进电动机 505-2 在多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 7 的控制下实现正向或反向转动，进而带动分风板 I 505-4 转动，实现分风板 I 505-4 角度的调节。

如图 13,14,15 所示，分风板 II 角度调节机构 506 由吊耳 1 506-1，步进电动机 506-2，旋转杆 506-3，分风板 II 506-4，滑道 506-5，吊耳 2 506-6，步进电动机支撑架 506-7，风机机壁 506-8 组成；步进电动机 506-2 通过步进电动机支撑架 506-7 安装在风机机壁 506-8 上，旋转杆 506-3 的一端安装在步进电动机 506-2 的输出轴上，吊耳 1 506-1 固定在步进电动机 506-2 的输出轴上；在风机机壁 506-8 上开出圆弧形滑道 506-5，旋转杆 506-3 的另一端经过圆弧形滑道 506-5 与吊耳 2 506-6 相连。步进电动机 506-2 通过信号线与多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 7 相连，工作过程中，步进电动机 506-2 在多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 7 的控制下实现正向或反向转动，进而带动分风板 II 506-4 转动，实现分风板 II 506-4 角度的调节。

如图 16,17 所示，联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置，包括粮样抽取机构、粮样传送机构、机器视觉部分及处理器 617。粮样抽取机构包括导流槽 601、支架 602、取样滚筒 603、料斗 604、直流步进电动机 618、联轴器 619、连接架 620，所述导流槽 1 连接在联合收获机粮箱出粮口上，所述料斗 604 位于导流槽 601 的下方，所述导流槽 601 的底面上、且位于料斗 604 正上方的位置设有一矩形孔。所述取样滚筒 603 两端由支架 602 支撑、位于料斗 604 内，且所述取样滚筒 603 表面至少有一个凹槽，所述凹槽的开口与矩形孔相同。取样滚筒 603 在转动时与矩形孔相切，所述取样滚筒 603 的一端通过

联轴器 619 与直流步进电动机 618 相连。所述料斗 604 的出口位于一侧，所述仓壁激振器 616 设在料斗 604 的底面外侧，利用所述仓壁激振器 616 振动料斗 604 的底面，使料样顺利的从料斗 604 中滑落。粮样传送机构至少包括送料台 606、板弹簧 607、铁芯线圈 608、衔铁 609、底座 10，所述送料台 606 通过板弹簧 607 固定在底座 610 上，所述铁芯线圈 608、衔铁 609 分别固定在底座 610、送料台 606 的下表面上。在传送平台的尾部下方固定挡板 611，对料样进行导流。为了防止料样散落，较佳地，使所述料斗 604 的宽度与送料台 606 的宽度相一致。机器视觉部分由支撑板 605、光照箱 613、光源 614、可见光 CCD 摄像机 15 组成；所述支撑板 605 焊接在支架 602 上，所述支撑板 605 具有垂直于传送平台的竖直板，所述竖直板下边缘与传送平台之间的间隙稍大于所述收获机收获粮食籽粒的高度，所述光照箱 613 吊装在支撑板 605 上、且位于所述传送平台上方，光源 614、可见光 CCD 摄像机 615 位于光照箱 613 内。处理器 617 包括电流控制器、直流步进电动机控制器、图像预处理单元、图像分割单元、杂余计数单元，处理器 617 通过信号线与多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 7 相连。

所述铁芯线圈 608 通过信号线与嵌入在处理器中的控制铁芯线圈 608 中电流的电流控制器相连，通过控制线圈中的电流通断来控制所述铁芯线圈 608 与衔铁 609 的吸合频率，进而控制粮样传送机构上粮样的传输速度。所述仓壁激振器 616 设在料斗 604 的底面外侧、且与电流控制器相连。光源 614 与电流控制器相连，可见光 CCD 摄像机 615 经数据线与图像预处理单元相连。所述图像预处理单元用于将可见光 CCD 摄像机 615 拍摄的待测图像转化转换成二值化图像，所述图像分割单元用于在所述二值化图像中分割杂余特征图像、提取杂余的形态特征及颜色特征并对杂余与籽粒进行分离，所述杂余计数单元用于对图像中的杂余进行计数。

联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置检测籽粒含杂率自动监测方法，包括以下步骤：

(1) 所述粮样抽取机构通过直流步进电动机控制器，利用直流步进电机 18 带动取样滚筒 603 转动，取样滚筒 603 上的凹槽刮取联合收获机粮箱出粮口的排出物，并在直流步进电机 18 的带动下，将刮取物经料斗 604 内传输到粮样传送机构的传送平台上；

(2) 粮样所述传送平台移动，进入所述可见光 CCD 摄像机 615 视区时，可见光 CCD 摄像机 615 实时获取杂余样本图像序列并送入处理器 617 中；

(3) 图像预处理单元把待测图像转化成灰度图像并进行均值滤波、中值滤波、采用 Hough 变换检测圆的方法去除边缘图像、对比度增强等预处理，以进一步去除噪声，增

强图像，最后将灰度图像转换成二值化图像；

(4) 图像分割单元通过距离变换极小值合并法并结合分水岭算法来迭代分割杂余特征图像，以提取杂余的形态特征及颜色特征并通过形态学方法对杂余与籽粒进行分离；

(5) 杂余计数单元利用“先对杂余连通区域进行八邻域边缘跟踪，再对连通区域内部进行像素填充标号”的方法对图像中的杂余进行计数，进而计算得到当前检测样本中的杂余含量。

利用联合收获机自适应清选控制装置进行自适应清选的工作过程为：首先将籽粒损失监测传感器安装于清选筛尾部支架上，根据建立的籽粒清选损失籽粒量与清选筛尾部不同区域内籽粒分布量之间的数学关系，实时监测当前多风道清选装置的籽粒清选损失率；粮箱籽粒含杂率自动监测装置的粮样抽取机构利用直流步进电机带动取样滚筒转动，取样滚筒利用本身的凹槽刮取联合收获机粮箱出量口的排出物，并在直流步进电机的不断带动下，使取样滚筒的一次刮取物逐渐落到料斗的斜壁上，并在仓壁激振器的不断振动下使刮取物到达粮样传送机构一侧的上方。然后粮样传送机构控制粮食样本按一定速度单层传送入设定好光照条件下的机器视觉部分中；粮样途经机器视觉部分的可见光 CCD 摄像机视区时，可见光 CCD 摄像机实时获取杂余样本黑白图像序列并送入计算机中；在处理器中对 CCD 摄像机拍摄到的待测图像进行均值滤波、中值滤波、图像锐化、对比度增强等预处理，以进一步去除噪声，增强图像；然后采用 Hough 变换检测圆的方法来去除边缘图像以便于后续计数；再通过距离变换极小值合并法并结合分水岭算法来迭代分割杂余特征图像，以提取杂余的形态特征及颜色特征并通过形态学方法对杂余与籽粒进行分离；最后利用“先对杂余连通区域进行八邻域边缘跟踪，再对连通区域内部进行像素填充标号”的方法对图像中的杂余进行计数，进而可以计算得到当前检测样本中的杂余含量。粮样抽取机构在光照箱图像采集完毕之后，从送料台上落下的排出物在挡板的引导下并经由排出口排出，直流步进电机在计算机的控制下旋转半周，自动进入下一个采样循环，以实时获取粮箱内籽粒含杂率。

然后，多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统实时获取 6 个工作参数（清选离心风机的下出风口分风板 I 倾角、下出风口分风板 II 倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛振动频率、鱼鳞筛开度）及 2 个性能参数（籽粒清选损失率、粮箱籽粒含杂率）来表征多风道自适应清选装置的作业状态；然后，多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统对监测数据进行异常数据替代、缺失数据补齐、数据消噪等预处理，以消除随机、不确定性因素对后续数据分析的影响；接着，将清选装置的 6 个

工作参数及 2 个性能参数时间序列视为关联变量，基于监测数据预处理，以预测有效度作为预测精度的评估准则，分别应用贝叶斯网络推理提取清选装置各性能参数时间序列强关联变量，通过混沌相空间重构方法确定多变量清选装置各性能参数时间序列样本重构维数并结合灰色关联聚类分析方法和高斯过程回归模型，动态确定清选装置各性能参数时间序列样本最佳重构维数；再应用希尔伯特—黄变换（HHT）分析方法，通过经验模态分解（EMD）将清选装置性能参数的时间序列分解成不同瞬时频率固有模态函数（IMF）分量的叠加，依据清选装置性能参数时间序列的瞬时特征建立清选装置各性能参数自适应预测模型；以清选装置性能参数自适应预测模型的预测值为样本输入，以变量拟合残差作为样本输出，通过多元核支持向量回归机（MSVR）对清选装置各性能参数自适应预测模型的拟合残差进行回归分析，进一步对预测值进行修正；最后多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统以通过多元核支持向量回归机（MSVR）模型修正后的清选装置各性能指标参数预测值为输入变量，应用模糊控制理论，经过综合分析判断，实时输出相应的控制信号作用于多风道自适应清选装置清选离心风机的下出风口分风板 I 倾角、下出风口分风板 II 倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛振动频率、鱼鳞筛开度等调节机构上并完成多风道自适应清选装置各工作参数的实时调节，以使多风道自适应清选装置各性能参数分布在合理的范围内。

所述实施例为本发明的优选的实施方式，但本发明并不限于上述实施方式，在不背离本发明的实质内容的前提下，本领域技术人员能够做出的任何显而易见的改进、替换或变型均属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种联合收获机自适应清选控制装置，包括回程板（1），清选筛（2），杂余收集搅龙（3），籽粒收集搅龙（4），清选籽粒损失监测传感器（207），清选离心风机（5）和粮箱籽粒含杂率自动监测装置（6），清选籽粒损失监测传感器（207）位于清选筛（2）筛框的尾部，回程板（1）位于振动筛（2）上侧，杂余收集搅龙（3）位于振动筛（2）尾部下侧，籽粒收集搅龙（4）与清选离心风机（5）底部齐平，籽粒收集搅龙（4）与储粮箱相连，清选离心风机（5）位于振动筛（2）下侧，清选离心风机（5）的前侧与振动筛（2）的前侧平齐；粮箱籽粒含杂率自动监测装置（6）安装在籽粒收集搅龙（4）出粮口处，所述清选筛（2）包括上抖动板（201），下抖动板（202），开度可调的鱼鳞筛片（203），上振动筛（204），锯齿形尾筛（206），下振动筛驱动轴（208），下振动筛（209），下振动筛驱动液压马达（2013），上抖动板（201）位于上振动筛（204）上前侧，开度可调的鱼鳞筛片（203）位于上振动筛（204）前部，锯齿形尾筛（206）位于上振动筛（204）尾部，开度可调的鱼鳞筛片（203）的动力驱动机构安装在的清选筛（2）筛框尾部，下振动筛驱动液压马达（2013）安装在清选筛（2）筛框的后部外侧并固定在清选室外的机架上，下振动筛驱动轴（208）通过联轴器（2014）与下振动筛驱动液压马达（2013）相连；

其特征在于，还包括在线监测与控制系统（7），所述在线监测与控制系统（7）的输入端与所述清选籽粒损失监测传感器（207）、所述下振动筛驱动液压马达（2013）和所述粮箱籽粒含杂率自动监测装置（6）相连，所述在线监测与控制系统（7）的输出端与所述开度可调的鱼鳞筛片（203）的动力驱动机构、所述清选离心风机（5）相连，用来控制所述鱼鳞筛片的开度和所述清选离心风机（5）的进风量和出风方向。

2、根据权利要求 1 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置，其特征在于，所述的鱼鳞筛片开度调节机构（205）由连接片（205-1），第一连杆（205-2），方向转换件（205-3），第二连杆（205-4），连接板（205-5），直流电动缸（205-6），直线位移传感器（205-7）和支撑板（205-8），第一连接销（205-9），支撑轴（205-10），第二连接销（205-11）组成；支撑板（205-8）安装在清选筛（2）的锯齿形尾筛（206）下方的侧板上，支撑轴（205-10）一端通过紧固件固定在支撑板（205-8）左侧，方向转换件（205-3）通过自身的中心孔安装在支撑轴（205-10）的另一端，方向转换件（205-3）的一端通过第一连接销（205-9）与第一连杆（205-2）相连，方向转换件（205-3）的另一端通过第二连接销（205-11）与第二连杆（205-4）相连，第二连杆（205-4）的另一端安装杆端关节轴承，通过连接销把第二连杆（205-4）上的杆端关节轴承和直流电动缸（205-6）的伸出轴上的

杆端关节轴承相连，直流电动缸（205-6）安装在支撑板（205-8）上，直线位移传感器（205-7）安装在支撑板（205-8）上直流电动缸（205-6）的内侧，并与直流电动缸（205-6）平行，直线位移传感器（205-7）的输出轴通过连接板（205-5）与直流电动缸（205-6）的输出轴相连，在鱼鳞筛片（203）锯齿形尾筛的下边缘焊接矩形板（205-1），并在矩形板（205-1）的中心对称位置开通孔，第一连杆（205-2）穿过清选筛（2）内的锯齿形尾筛（206）下方侧板并通过紧固件与鱼鳞筛（205-1）下方的矩形孔相连。直流电动缸（205-6）通过信号线与在线监测与控制系统（7）相连，在线监测与控制系统（7）通过控制直流电动缸（205-6）伸出轴的运动实现带动方向转换件（205-3）运动最终完成鱼鳞筛开度的调节。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置，其特征在于，所述的清选离心风机（5）包括风机进风口开度调节机构（501），风机叶片驱动机构（502），蜗壳（503），下出风口（504），分风板 I 及第一角度调节机构（505），分风板 II 及第二角度调节机构（506），上出风口（507）在上振动筛（204）下部，下出风口（504）处设有分风板 I（505）和分风板 II（506），分风板 I（505）延长线过上振动筛（204）中心，分风板 II（506）延长线与下振动筛（204）尾部相交，所述风机进风口开度调节机构（501）、所述风机叶片驱动机构（502）、所述第一角度调节机构（505）及所述第二角度调节机构（506）分别于所述在线监测与控制系统（7）的输出端连接。

4. 根据权利要求 3 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置，其特征在于，所述风机叶片驱动机构由液压马达（502-1），液压马达安装板（502-2），联轴器（502-3），风机叶片（502-4），风机轴（502-5），轴承座（502-6）组成；风机叶片（502-4）均布安装在风机轴（502-5）上，风机轴（502-5）通过两端的轴承座（502-6）安装在机架上，液压马达安装板（502-2）通过螺栓连接到机架上，液压马达（502-1）安装在液压马达安装板（502-2）上，并使液压马达（502-1）输出轴的中心线与风机轴（502-5）的中心线重合，用联轴器（502-3）把风机轴（502-5）与液压马达（502-1）的伸出轴相连；液压马达（502-1）的通过信号线与在线监测与控制系统（7）相连，在在线监测与控制系统（7）的控制下实现清选离心风机（5）转速的调节。

5. 根据权利要求 3 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置，其特征在于，所述风机进风口开度调节机构（501）包括直流电动推杆（501-1），半月形遮风板上连接孔（501-2），半月形遮风板（501-3），半月形遮风板下连接孔（501-4）；直流电动推杆（501-1）安装在上出风口（507）侧壁上，半月形遮风板（501-3）的一端通过半月形遮风板上连接孔（501-2）与直流电动推杆（501-1）的伸出轴上的杆端关节轴承相连，半月形

遮风板（501-3）的另一端通过半月形遮风板下连接孔（501-4）与风机下出风口（504）的外壁活动连接；直流电动推杆（501-1）通过信号线与在线监测与控制系统（7）相连，在线监测与控制系统（7）通过控制直流电动推杆（501-1）伸出轴的运动实现推动半月形遮风板（501-3）绕着半月形遮风板下连接孔（501-4）转动来控制风机进风口风量。

6. 根据权利要求 3 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置，其特征在于，所述第一角度调节机构（505）由吊耳 I（505-1），步进电动机（505-2），旋转杆（505-3），分风板 I（505-4），滑道（505-5），吊耳 II（505-6），步进电动机支撑架（505-7），风机机壁（505-8）组成；步进电动机（505-2）通过步进电动机支撑架（505-7）安装在机壁（505-8）上，旋转杆（505-3）的一端安装在步进电动机（505-2）的输出轴上，吊耳 I（505-1）固定在步进电动机（505-2）的输出轴上；在风机机壁（505-8）上开出圆弧形滑道（505-5），旋转杆（505-3）的另一端经过圆弧形滑道（505-5）与吊耳 II（505-6）相连，步进电动机（505-2）通过信号线与在线监测与控制系统（7）相连，步进电动机（505-2）在在线监测与控制系统（7）的控制下实现正向或反向转动，进而带动分风板 I（505-4）转动，实现分风板 I（505-4）角度的调节。

7. 根据权利要求 3 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置，其特征在于，所述第二角度调节机构（506）由吊耳 I（506-1），步进电动机（506-2），旋转杆（506-3），分风板 II（506-4），滑道（506-5），吊耳 2（506-6），步进电动机支撑架（506-7），风机机壁（506-8）组成；步进电动机（506-2）通过步进电动机支撑架（506-7）安装在机壁（506-8）上，旋转杆（506-3）的一端安装在步进电动机（506-2）的输出轴上，吊耳 I（506-1）固定在步进电动机（506-2）的输出轴上；在风机机壁（506-8）上开出圆弧形滑道（506-5），旋转杆（506-3）的另一端经过圆弧形滑道（506-5）与吊耳 2（506-6）相连，步进电动机（506-2）通过信号线与在线监测与控制系统（7）相连，步进电动机（506-2）在在线监测与控制系统（7）的控制下实现正向或反向转动，进而带动分风板 II（506-4）转动，实现分风板 II（506-4）角度的调节。

8 根据权利要求 1 或 2 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置，其特征在于，所述联合收获机粮箱籽粒含杂率自动监测装置（6）包括粮样抽取机构、粮样传送机构、机器视觉部分及处理器（617）；

所述粮样抽取机构包括导流槽（601）、支架（602）、取样滚筒（603）、料斗（604）、直流步进电动机（18）、联轴器（19）、连接架（20），所述导流槽（601）连接在联合收获机粮箱出粮口上，所述料斗（604）位于导流槽（601）的下方，所述导流槽（601）的底面上、且位于料斗（604）正上方的位置设有一矩形孔，所述取样滚筒

(603) 两端由支架 (602) 支撑、位于料斗 (604) 内, 且所述取样滚筒 (603) 表面至少有一个凹槽, 所述凹槽的开口与矩形孔相同, 取样滚筒 (603) 在转动时与矩形孔相切, 所述取样滚筒 (603) 的一端通过联轴器 (619) 与直流步进电动机 (618) 相连;

所述粮样传送机构至少包括承载粮样的传送平台、能够使传送平台传送粮样的传动装置;

所述机器视觉部分由支撑板 (605)、光照箱 (613)、光源 (614)、可见光 CCD 摄像机 (615) 组成; 所述支撑板 (605) 焊接在支架 (602) 上, 所述支撑板 (605) 具有垂直于传送平台的竖直板, 所述竖直板下边缘与传送平台之间的间隙稍大于所述收获机收货粮食籽粒的高度, 所述光照箱 (613) 吊装在支撑板 (605) 上、且位于所述传送平台上方, 光源 (614)、可见光 CCD 摄像机 (615) 位于光照箱 (613) 内; 所述处理器 (617) 包括电流控制器、直流步进电动机控制器、图像预处理单元、图像分割单元、杂余计数单元; 所述可见光 CCD 摄像 (615) 机经数据线与图像预处理单元相连, 所述光源 (614) 与电流控制器相连, 所述图像预处理单元用于将可见光 CCD 摄像机 (615) 拍摄的待测图像转化转换成二值化图像, 所述图像分割单元用于在所述二值化图像中分割杂余特征图像、提取杂余的形态特征及颜色特征并对杂余与籽粒进行分离, 所述杂余计数单元用于对图像中的杂余进行计数;

所述粮样传送机构的传送平台为送料台 (606), 所述传动装置包括板弹簧 (607)、铁芯线圈 (608)、衔铁 (609)、底座 (610), 所述送料台 (606) 通过板弹簧 (607) 固定在底座 (610) 上, 所述铁芯线圈 (608)、衔铁 (609) 分别固定在底座 (610)、送料台 (606) 的下表面上, 所述铁芯线圈 (608) 与电流控制器相连。所述挡板 (611) 固定在传送平台的尾部下方; 所述粮样抽取机构还包括仓壁激振器 (16), 所述仓壁激振器 (16) 设在料斗 (604) 的底面外侧、且与电流控制器相连; 料斗 (604) 的出口位于一侧, 料斗 (604) 宽度与送料台 (606) 的宽度相一致;

所述处理器 (617) 通过信号线与在线监测与控制系统 (7) 相连。

9 根据权利要求 1 或 2 所述的一种联合收获机自适应清选控制装置, 其特征在于, 所属抖动板 (201) 距上振动筛 204 0.050m~0.10m, 抖动板 (201) 尾部与上振动筛 (204) 重叠 0.5m~0.8m, 上振动筛 (204) 位于下振动筛 (209) 上侧 0.10m~0.15m, 上振动筛 (204) 和下振动筛 (209) 的外侧宽度为 1.2m~1.5m, 回程板的长度为 0.8~1.5m, 宽度 1.0~1.5mm。

10. 一种利用联合收获机自适应清选控制装置进行自适应清选的方法, 包括以下步骤:

S1: 联合收获机工作过程中, 在线监测与控制系统 (7) 实时获取清选离心风 (5) 的下出风口分风板 I 倾角、下出风口分风板 II 倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛 (2) 振动频率、鱼鳞筛开度、籽粒清选损失率、粮箱籽粒含杂率来表征多风道自适应清选装置的作业状态;

S2: 多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 (7) 对监测数据进行异常数据替代、缺失数据补齐、数据消噪预处理, 以消除随机、不确定性因素对后续数据分析的影响;

S3: 将在线监测与控制系统 (7) 实时获取清选离心风 (5) 的下出风口分风板 I 倾角、下出风口分风板 II 倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛 (2) 振动频率、鱼鳞筛开度、籽粒清选损失率、粮箱籽粒含杂率的参数时间序列视为关联变量, 基于监测数据预处理, 以预测有效度作为预测精度的评估准则, 分别应用贝叶斯网络推理提取清选装置各性能参数时间序列强关联变量, 通过混沌相空间重构方法确定多变量清选装置各性能参数时间序列样本重构维数并结合灰色关联聚类分析方法和高斯过程回归模型, 动态确定清选装置各性能参数时间序列样本最佳重构维数;

S4: 应用希尔伯特—黄变换 (HHT) 分析方法, 通过经验模态分解 (EMD) 将清选装置性能参数的时间序列分解成不同瞬时频率固有模态函数 (IMF) 分量的叠加, 依据清选装置性能参数时间序列的瞬时特征建立清选装置各性能参数自适应预测模型;

S5: 以清选装置性能参数自适应预测模型的预测值为样本输入, 以变量拟合残差作为样本输出, 通过多元核支持向量回归机 (MSVR) 对清选装置各性能参数自适应预测模型的拟合残差进行回归分析, 进一步对预测值进行修正;

S6: 多风道自适应清选装置作业状态在线监测与控制系统 (7), 以通过多元核支持向量回归机 (MSVR) 模型修正后的清选装置各性能指标参数预测值为输入变量, 应用模糊控制理论, 实时输出相应的控制信号作用于多风道自适应清选装置清选离心风 (5) 的下出风口分风板 I 倾角、下出风口分风板 II 倾角、风机转速、风机进风口开度、清选筛 (2) 的振动频率及鱼鳞筛开度的各调节机构的驱动元件上并完成多风道自适应清选装置各工作参数的实时调节, 以使多风道自适应清选装置各性能参数分布在合理的范围内。

附图

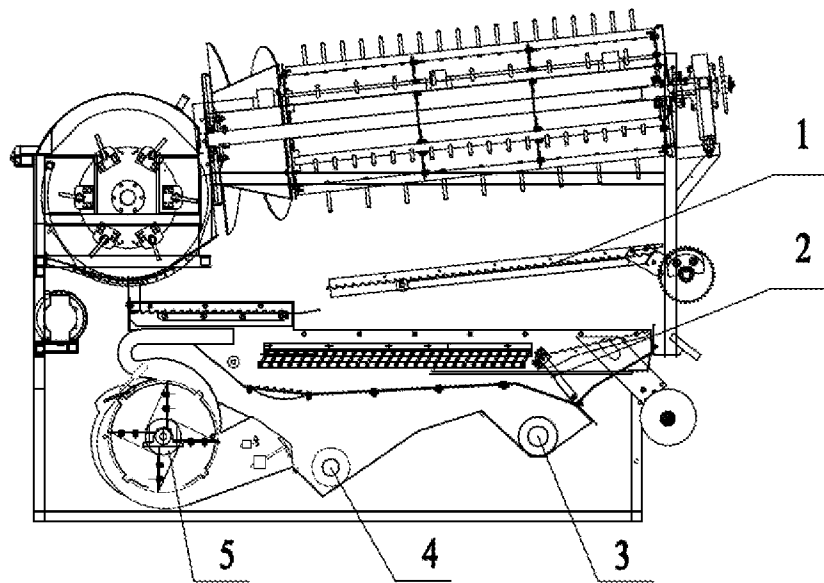


图 1

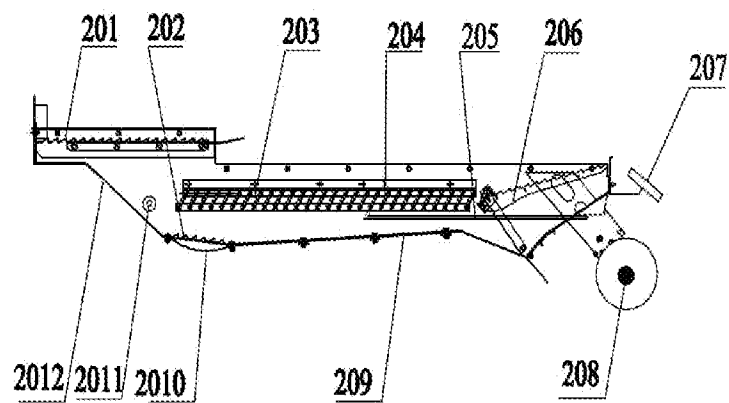


图 2

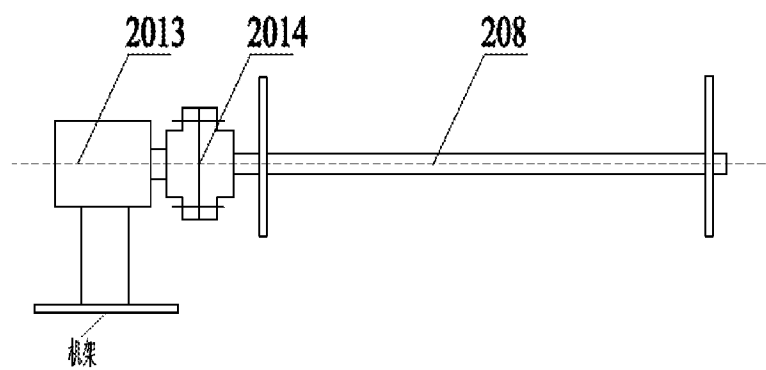


图 3

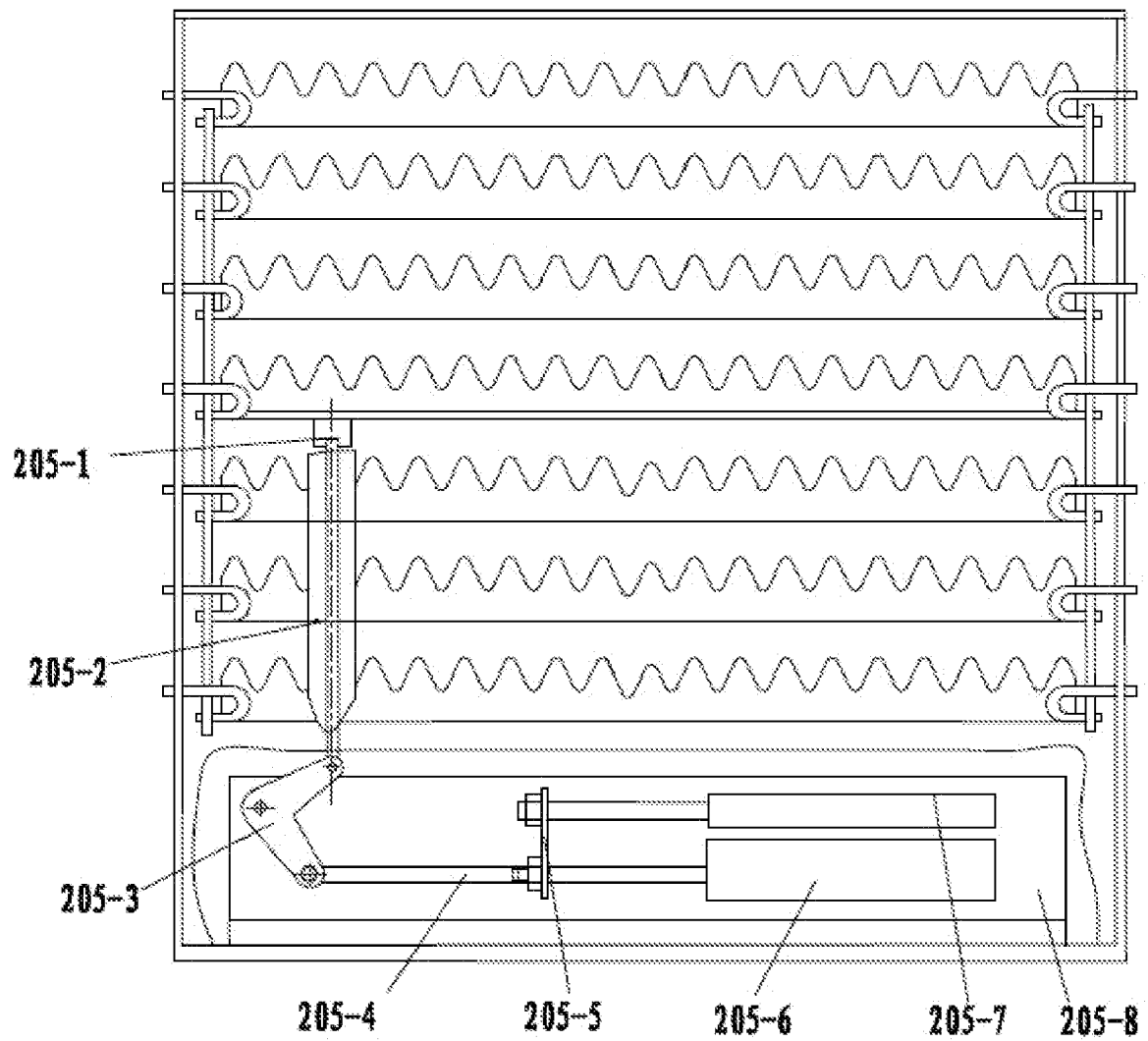


图 4

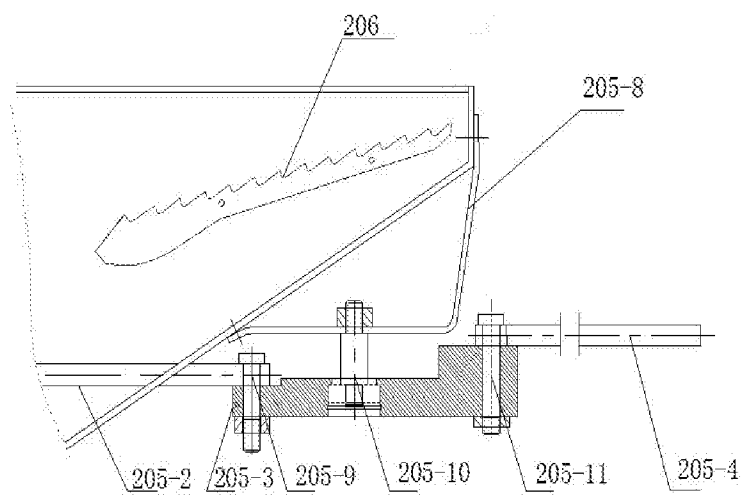


图 5

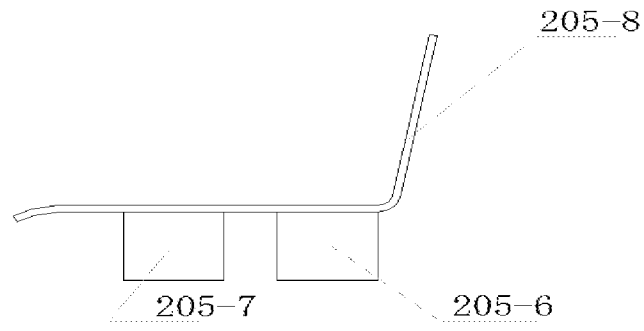


图 6

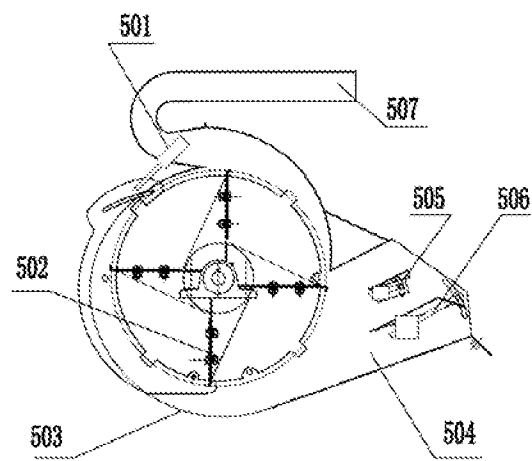


图 7

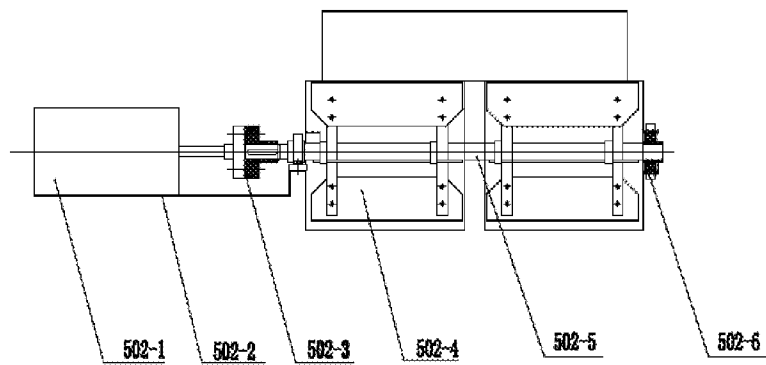


图 8

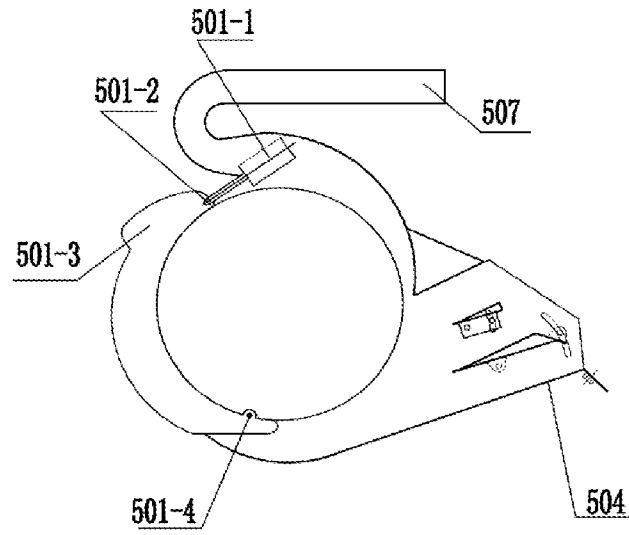


图 9

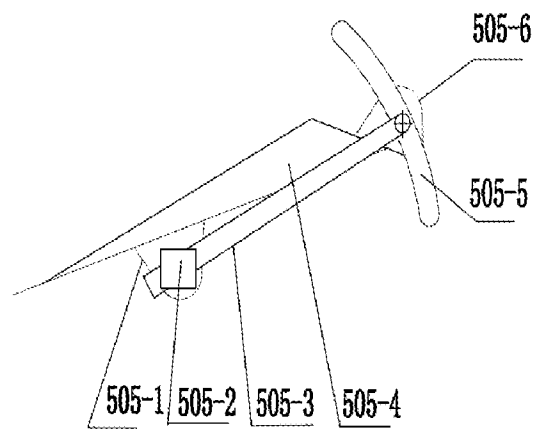


图 10

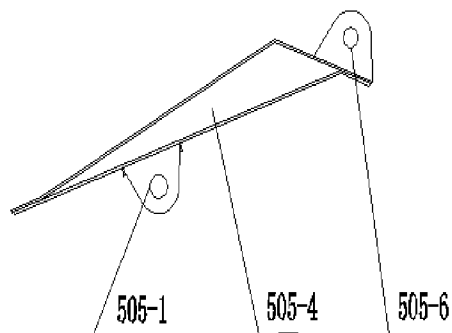


图 11

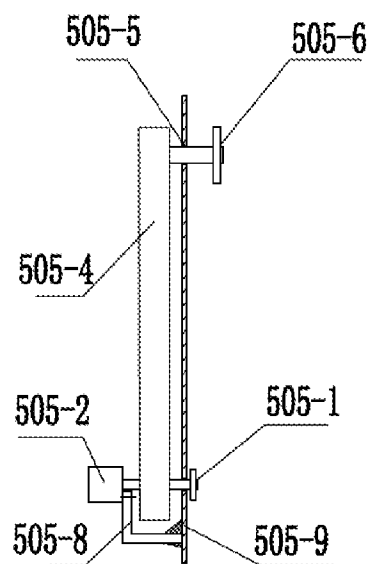


图 12

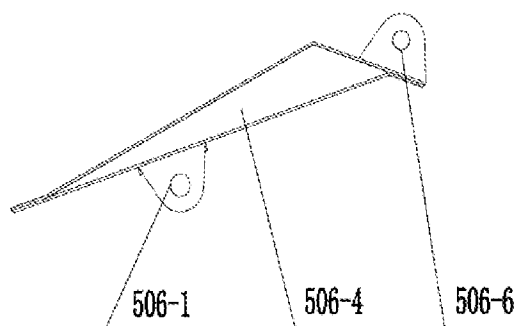


图 13

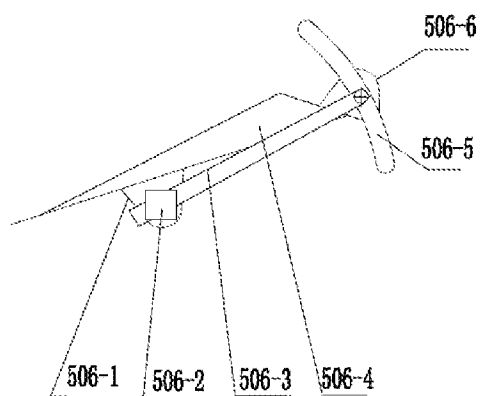


图 14

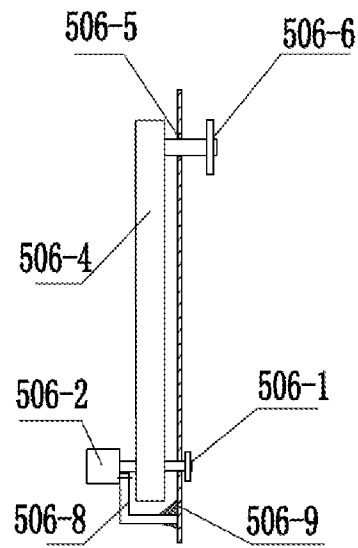


图 15

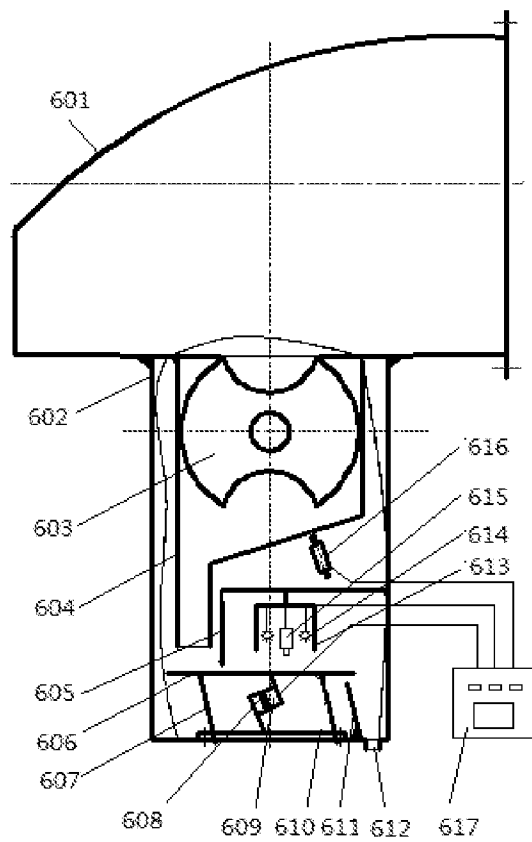


图 16

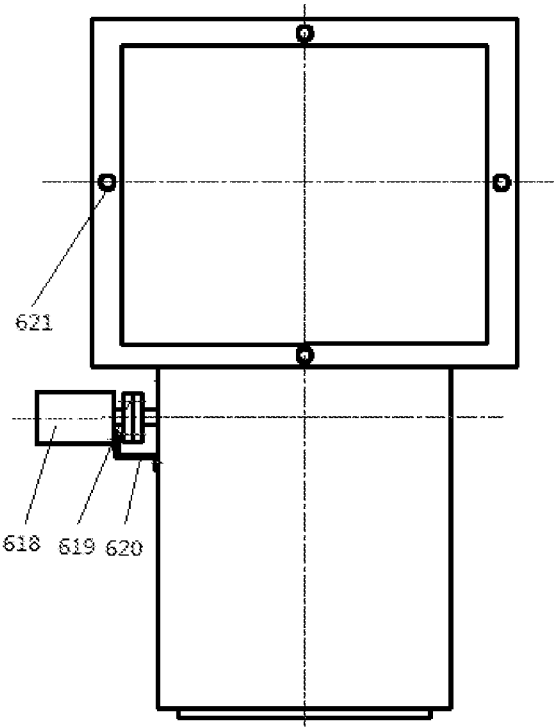


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/074348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01F 12/44 (2006.01) i; A01D 41/127 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01F 12; A01D 41

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; VEN; CNTXT; JPABS; CNKI: harvester, self-adaptive, cleaning, control, sensor, opening degree

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 1839673 A (YANMAR AGRICULTURAL EQUIPMENT CO., LTD. et al.), 04 October 2006 (04.10.2006), description, page 10, penultimate paragraph to page 34, antepenultimate paragraph, and figures 3-43	1-10
A	JP 2006094767 A (ISEKI AGRICULT MACH), 13 April 2006 (13.04.2006), the whole document	1-10
A	CN 102090207 A (JIANGSU UNIVERSITY), 15 June 2011 (15.06.2011), the whole document	1-10
A	CN 201830680 U (KUBOTA CORPORATION), 18 May 2011 (18.05.2011), the whole document	1-10
A	JP 2002262649 A (ISEKI AGRICULT MACH), 17 September 2002 (17.09.2002), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 October 2015 (22.10.2015)	Date of mailing of the international search report 20 November 2015 (20.11.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Peng Telephone No.: (86-10) 62085528

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/074348

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1839673 A	04 October 2006	CN 100553430 C	28 October 2009
JP 2006094767 A	13 April 2006	None	
CN 102090207 A	15 June 2011	None	
CN 201830680 U	18 May 2011	CN 202043469 U	23 November 2011
		JP 2010200671 A	16 September 2010
		CN 202153876 U	07 March 2012
		JP 4880713 B2	22 February 2012
JP 2002262649 A	17 September 2002	None	

A. 主题的分类		
A01F 12/44 (2006.01) i; A01D 41/127 (2006.01) i		
按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)		
A01F12; A01D41		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))		
CNABS; VEN; CNTXT; JPABS; CNKI: harvester, self-adaptive, cleaning, control, sensor, opening degree		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 1839673 A (洋马农机株式会社等) 2006年 10月 4日 (2006 - 10 - 04) 说明书第10页倒数第2段至第34页倒数第3段及图3-43	1-10
A	JP 2006094767 A (ISEKI AGRICULT MACH) 2006年 4月 13日 (2006 - 04 - 13) 全文	1-10
A	CN 102090207 A (江苏大学) 2011年 6月 15日 (2011 - 06 - 15) 全文	1-10
A	CN 201830680 U (株式会社久保田) 2011年 5月 18日 (2011 - 05 - 18) 全文	1-10
A	JP 2002262649 A (ISEKI AGRICULT MACH) 2002年 9月 17日 (2002 - 09 - 17) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2015年 10月 22日		2015年 11月 20日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		李鹏
传真号 (86-10) 62019451		电话号码 (86-10) 62085528

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/074348

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	1839673	A	2006年 10月 4日	CN 100553430 C	2009年 10月 28日
JP	2006094767	A	2006年 4月 13日	无	
CN	102090207	A	2011年 6月 15日	无	
CN	201830680	U	2011年 5月 18日	CN 202043469 U	2011年 11月 23日
				JP 2010200671 A	2010年 9月 16日
				CN 202153876 U	2012年 3月 7日
				JP 4880713 B2	2012年 2月 22日
JP	2002262649	A	2002年 9月 17日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)