

(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
2020 年 11 月 19 日 (19.11.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/228094 A1

(51) 国际专利分类号:
A01D 41/127 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/091641

(22) 国际申请日: 2019 年 6 月 18 日 (18.06.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910388762.6 2019年5月10日 (10.05.2019) CN

(71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国江苏省镇江学府路 301 号,
Jiangsu 212013 (CN)。

(72) 发明人: 徐立章 (XU, Lizhang); 中国江苏省镇
江学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。 张鹏鹏
(ZHANG, Pengpeng); 中国江苏省镇江学府路 301

号, Jiangsu 212013 (CN)。 李耀明 (LI, Yaoming);
中国江苏省镇江学府路 301 号, Jiangsu 212013
(CN)。 严玉奇 (YAN, Yuqi); 中国江苏省镇江
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); 中国北京市朝阳区酒仙桥路
14号A5楼7层701, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) **Title:** FEED QUANTITY STABILITY CONTROL SYSTEM FOR A COMBINED HARVESTER BASED ON REAL-TIME
DETECTION OF MATURE CROP ATTRIBUTE INFORMATION

(54) 发明名称: 基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统

(57) **Abstract:** A feed quantity stability control system for a combined harvester based on real-time detection of mature crop attribute information, comprising a cutting height control module, a crop attribute information detection module, and an operation speed control module. The height of a cutting blade from the ground is measured by combined sensors. A stable cutting height is kept using a hydraulic control system. The density, plant height, and spike height of crops to be harvested are acquired by means of a vision sensor and a lidar sensor. Then, the quantity of crops fed into the combined harvester is calculated according to the cutting width, operation speed, and cutting height of the combined harvester during operation. If the feed quantity exceeds a set range, the operation speed control

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))。

module is activated to adjust the operation speed, and feed back the speed to an operation speed controller in real time to form a closed loop, so that the feed quantity of the combined harvester is kept stable. The control system detects the attribute information of the crops to be harvested ahead during the operation of the combined harvester, and keeps the feed quantity stable during the operation by controlling the operation speed.

(57) 摘要: 一种基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统, 包括割茬高度控制模块、作物属性信息探测模块和作业速度调控模块, 通过组合式传感器测量割刀的离地高度, 利用液压控制系统保持稳定的割茬高度, 通过视觉传感器和激光雷达传感器获取待收获作物的密度、株高和穗层高度, 再根据联合收获机作业时的割幅、作业速度和割茬高度计算进入联合收获机内作物的喂入量, 当喂入量大小超出设定的范围时, 作业速度调控模块激活, 调节作业速度, 并实时反馈至作业速度控制器形成闭环, 使联合收获机的喂入量保持稳定。该控制系统在联合收获机作业时对前方待收获作物属性信息进行探测, 通过控制作业速度保持作业过程中喂入量的稳定。

基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统

技术领域

本发明涉及农业机械领域，特别涉及一种基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统。

背景技术

联合收获机在田间作业时，喂入量的大小与联合收获机的作业性能和效率密切相关，在作业速度、割幅和割茬信息不变的情况下，作物的株高、密度、穗层高度等属性参数直接影响作业过程中喂入量大小的变化，而在作业过程中，机手通常根据肉眼观察经验判断机器的负荷，操控作业速度，以保持喂入量的稳定。而人工调速方式对驾驶员的操作水平要求高、劳动强度大、作业性能和效率不稳定。

现有技术根据联合收获机的脱粒滚筒负荷大小对作业速度进行自动调控，保持喂入量的稳定，但脱粒滚筒负荷的变化反映的是已进入联合收获机内部的作物质量，是喂入量的间接测量方法，存在信息滞后性、测量精度不高等问题；现有技术通过在线图像处理方法计算小麦的密度，根据密度大小实现联合收获机作业速度的实时调节，但图像处理方法只能获取作物表层信息，容易受到光照和天气等因素的影响，探测精度波动较大，更缺少穿透能力，无法实现株高、穗层和地表形貌的精确探测。

发明内容

本发明提供了一种基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，在线获得作物株高、穗层高度和密度等属性信息，在作物进入收割机之前计算出喂入量，并在割茬和割幅稳定的条件下，通过改变机器作业速度保持整机喂入量的稳定，获得优异的作业性能和较高的作业效率。

本发明的目的是这样实现的：

基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，包括割茬高度控制模块、作物属性信息探测模块和作业速度调控模块，割茬高度控制模块测量割刀的离地高度，利用液压控制系统保持稳定的割茬高度，作物属性信息探测模块获取作物属性信息，作业速度调控模块通过作物属性信息、割幅、割茬高度和前进速度计算进入联合收获机内作物的喂入量，当喂入量大小超出设定范围时，作业速度控制器调节作业速度，保证联合收获机喂入量稳定。

上述方案中，所述割刀的离地高度是通过组合式传感器测量的。

上述方案中，所述组合式传感器包括机械接触式传感器，机械接触式传感器包括仿形板、角度传感器，仿形板一端通过连接板套在角度传感器转动轴上，角度传感器固定于连接板上，连接件一端通过轴承安装于壳体上，另一端设有长杆，壳体前后两端分别安装有固定轴，其中一固定轴安装有扭簧，扭簧固定在壳体上的圆柱体上。

上述方案中，所述作物属性信息包括密度、茎秆质量和籽粒质量。

上述方案中，所述茎秆质量由作物的株高结合作物属性信息库得到，籽粒质量由作物的穗层高度结合作物属性信息库得到。

上述方案中，所述株高和穗层高度由点云数据处理获取的。

上述方案中，所述喂入量 $Q = H \cdot \rho \cdot (a_1 \cdot e^{b_1 \cdot h_1} (1 - \mu) \cdot \lambda + a_2 \cdot \ln(h_2) - b_2) V$ ，其中 H 为割幅宽度， ρ 为作物的密度， a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 为常数， h_1 为株高， h_2 为穗层高度， μ 为去除割茬部分的茎秆高度占总株高的百分比， λ 为去除割茬部分茎秆的质量系数， V 为作业速度。

上述方案中，所述去除割茬部分的茎秆高度占总株高的百分比 $\mu = \frac{h_1 - l_1}{h_1}$ ，其中 l_1 为割茬高度。

上述方案中，所述去除割茬部分茎秆的质量系数 $\lambda = 1 - \frac{m_4 - m_5}{m_5}$ ，其中 m_4 为单位长度割茬的质量， m_5 为单位长度茎秆的质量。

上述方案中，所述作业速度控制器调节作业速度是根据速度变化量 ΔV 的绝对值确定速度调节的大小，速度变化量 $\Delta V = \frac{\Delta Q}{H \cdot \rho \cdot [a_1 \cdot e^{b_1 \cdot h_1} (1 - \mu) \cdot \lambda + a_2 \cdot \ln(h_2) - b_2]}$ ，其中 ΔQ 为喂入量大小变化量， $\Delta Q = Q - Q_m$ ， Q_m 为额定喂入量。

本发明的有益效果是：本发明通过利用多种传感器获取联合收获机作业时的割茬高度和前进速度，再根据联合收获机前方待收获区作物的株高、穗层高度和密度实时计算考虑割茬高度后的作物茎秆质量和籽粒质量，直接根据茎秆质量和籽粒质量计算喂入量大小，并调整前进速度控制喂入量的稳定，使联合收获机的脱粒装置和清选装置保持最佳性能。减轻了人工控制割茬高度和前进速度的劳动强度，并根据直接计算得到的作物茎秆质量和籽粒质量来计算喂入量，计算方式没有滞后性，误差更小。

附图说明

图 1 为基于作物属性信息探测的联合收获机喂入量稳定控制流程图；

图 2 为机械接触式传感器结构示意图；

图 3 为割茬高度控制流程图；

图 4 为割台液压控制系统结构图；

图 5 为图像处理计算作物密度流程图；

图 6 为点云数据处理株高计算流程图；

图 7 为点云数据处理作物穗层高度计算流程图；

图 8 为调速机构示意图；

图中：301-壳体、302-连接件、303-第一固定轴、304-连接板、305-仿形板、306-角度传感器、307-第二固定轴、308-扭簧、309-长杆、310-突出圆柱体、801-步进电机、802-齿轮、803-齿扇、804-HST 伸出转臂、805-限位开关。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

本实施方案结合履带式稻麦联合收获机来阐述本发明，如图 1 所示，基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，包括割茬高度控制模块、作物属性信息探测模块和作业速度调控模块。割茬高度控制模块通过组合式传感器测量割刀的离地高度，利用液压控制系统自动调节割茬高度以保持稳定的割茬高度。作物属性信息探测模块通过视觉传感器和激光雷达传感器获取联合收获机前方待收获作物的图像和点云数据，根据图像处理计算作物的密度大小，根据点云数据处理计算作物的株高和穗层高度，再结合收获前在作物属性信息探测模块中建立的作物属性信息库，可得到作物的茎秆质量和籽粒质量大小。作业速度调控模块通过测量得到的作物的属性信息和联合收获机作业时的割幅大小、割茬高度和前进速度（速度传感器采集）计算进入联合收获机内作物的喂入量，当喂入量大小超出设定范围时，作业速度控制器调节步进电机正反转角度，带动调速机构调节主操作杆，实现无人工干预的作业速度控制，并实时反馈至作业速度控制器形成闭环，使联合收获机的喂入量保持稳定。该发明应用于联合收获机作业时前方待收获作物属性信息的探测，通过实时探测喂入量的变化，进行作业速度控制，保持作业过程中喂入量的稳定。

如图 2 所示，机械接触式传感器由壳体 301、连接件 302、第一固定轴 303、连接板 304、仿形板 305、角度传感器 306、第二固定轴 307、扭簧 308、长杆 309 组成。联合收获机工作时仿形板 305 始终与地面接触，仿形板 305 弯曲程度随地面起伏而变化，仿形板 305 和连接板 304 一端由螺栓固定连接，连接板 304 另一端套在角度传感器 306 转动轴上，角度

传感器 306 便可测出仿形板 305 角度变化值,进而推算出割茬高度变化。角度传感器 306 用螺栓固定于连接件 302 上,连接件 302 一端通过轴承安装于壳体 301 上,连接件 302 另一端设有长杆 309,在联合收获机正常工作时起限位作用。壳体 301 前后两端通过轴承安装第一固定轴 303 和第二固定轴 307,固定轴将整个机械接触式传感器安装于割台底部。扭簧 308 安装于第二固定轴 307 上,扭簧 308 末端固定在壳体 301 突出圆柱体 310 上。在联合收获机倒退时,由于仿形板 305 受到沿着仿形板 305 方向上的力,角度传感器 306 绕连接件 302 上的轴旋转,仿形板 305 抬起,从而保证仿形板 305 不会卡死折断。在联合收获机转向时,由于仿形板 305 受到来自土壤或秸秆的侧向力,角度传感器 306、壳体 301 绕着第一固定轴 303 和第二固定轴 307 旋转,保证仿形板 305 不会卡死折断。转向结束后,机械接触式传感器在扭簧 308 和重力作用下复位。

如图 3 所示,割茬高度控制包括如下步骤:

- 1) 初始化,设定允许的割茬高度范围;
- 2) 判断是否有人工进行干预,若存在人工干预,则结束割茬高度的自动调整,无人工干预则进入下一步;
- 3) 割茬高度测量,根据安装的超声波传感器和机械接触式传感器的位置和割刀的相对位置关系可以测量得到割茬的高度,割茬高度控制器比较超声波传感器和机械接触式传感器检测出的同一时刻的割茬高度,若两种传感器检测出的高度值差异较小,则取用平均值;若两种传感器检测出的高度值差异较大,则取用与上一次高度值差值较小的高度值;
- 4) 当测量的割茬高度在设定的范围内时,返回 2),当割茬高度不在设定的范围内时,液压控制系统通过改变液压缸的伸缩量调节割台高度,达到调节割茬高度的目的;
- 5) 调整后的割茬高度继续返回 3) 进行割茬高度测量,形成闭环控制,实现割茬高度的自动控制。

如图 4 所示,用于调节割茬高度的液压控制系统包括液压泵、溢流阀、比例阀、固态继电器、液压缸和割茬高度控制器。液压缸经过比例阀与液压油泵连接形成回路,溢流阀并联在回路中,比例阀通过固态继电器与割茬高度控制器相连,割茬高度控制器根据传感器测量的割茬高度值与设定值进行比较,确定割台需要上升还是下降,以割台需要上升为例,割茬高度控控制器通过向固态继电器发出电信号,使比例阀左线圈得电,使其处于左工作位,液压油进入液压缸无杆腔,控制割台上升,相反,比例阀处于右工作位可以控制割台下降,通过控制割台高度升降可以达到调节割茬高度的目的。

如图 5 所示,通过视觉传感器每秒获取一帧待收获区稻麦的冠层图像,对连续获得的

稻麦冠层图像进行处理，利用处理后的图像中作物穗头、茎叶的像素值来表示喂入密度，实时计算密度大小。

所述图像处理过程包括：

1) 图像灰度化：分别提取稻麦冠层图像 RGB 的具体值；利用最大值法，求灰度值 gray，将稻麦冠层图像中彩色图像的三分量亮度的最大值作为灰度图的灰度

$f(i,j)=\max(R(i,j),G(i,j),B(i,j))$ ， $gray=f(i,j)$ ；令 $R=G=B=gray$ ，实现图像的灰度化；

2) 中值滤波处理：在灰度化处理的基础上，继续以中值滤波对图像进行进一步的处理：将图像分为不同的窗口，窗口里的所有像素进行大小排列，将中位灰度值作为该窗口的灰度值；

3) 阈值分割：建立稻麦图像 $2R+G$ 直方图，利用最大类间方差法确定合适的阈值，然后对高于该阈值的像素点取 1，低于该阈值的像素点取 0，实现图像的二值化处理，去除土壤背景部分，分离出穗头和茎叶；

4) 像素值计算：计算阈值分割后的图像中穗头和茎叶的像素值，根据在作物属性信息库中提前建立的稻麦密度与穗头、茎叶图像像素值关系计算稻麦密度大小： $\rho = kx + b$ ，其中 ρ (株/ m^2) 为密度大小， x 为图像中穗头和茎叶的总像素值大小， k 和 b 为常数。

如图 6 和图 7，由激光雷达传感器获取稻麦点云数据，由全球导航卫星系统 GNSS 和惯性导航系统 INS 获取稻麦的位置与姿态信息，根据点云数据和位置与姿态信息，求解点云数据在全局坐标系中的坐标，获取稻麦的三维点云数据；激光雷达传感器通过角度调节装置调节扫描角度，可根据数据处理时间调整探测距离，激光雷达传感器扫描的是割台前方 6 米范围，以保证在进入联合收获机之前获取稻麦高度和穗层密度信息；为了保证处理速度，数据处理过程中选择的点云数据是固定时间间隔截取的数据。根据联合收获机实际作业过程中的割幅宽度和作业速度的大小，每秒截取 $2m \times 0.5m$ 的点云数据进行处理，以保证作物进入联合收获机之前计算出稻麦高度和穗层高度。

点云数据处理过程如下：

(1) 获得稻麦的三维点云数据后，根据作业速度和割幅截取部分点云数据。

(2) 针对截取的点云数据，进行网格划分，遍历网格内所有点云，筛选出高程值最大和最小的点云数据，形成一组作物的表面高程数据 $Z=\{Z_1, Z_2, Z_3 \cdots Z_n\}$ ， $Z=f(x, y)$ 和地面高程数据 $z=\{z_1, z_2, z_3 \cdots z_n\}$ ， $z=f(x, y)$ ，将高程值最大的点云作为作物表面点，高程值最小的点作为地面点；

将截取的点云数据向三维坐标系的平面 XOZ 投影，三维坐标系的 X 方向与收获机作

业速度方向垂直、Z 方向指向竖直方向，然后设置窗口大小，由下向上逐步移动，设置阈值 N，根据网格内点云的数量 N_i 判断该网格内的点云是否属于穗层点，当穗层最低点被确定后即结束向上移动，继续下一列网格的判断，直到移动到数据边界，分类出所有穗层点云，分别根据网格内所有穗层点云的高程值最大点和穗层最低点进行多项式曲线拟合上下穗层面，得到上下穗层的曲线方程组：

$$\text{上层穗层 } z_1 = p_1 * x^4 + p_2 * x^3 + p_3 * x^2 + p_4 * x + p_5$$

$$\text{下层穗层 } z_2 = p_6 * x^4 + p_7 * x^3 + p_8 * x^2 + p_9 * x + p_{10}$$

其中： p_n 为多项式系数。

(3) 高度和穗层计算，计算每个网格内表面点和地面点云之间的高程差，将该值作为该网格内的高度大小，然后计算平均高度作为被探测的株高 h_1 (m)；求出上下穗层两条曲线方程之间的面积，再比上割幅宽度 H ($x_2 - x_1$, x_1 、 x_2 为点云数据 X 方向的最值)，作为被探测的穗层高度 h_2 ：

$$h_2 = \frac{1}{x_2 - x_1} \int_{x_1}^{x_2} (z_1 - z_2) dx$$

在收获之前通过随机选择收获区一定数量的稻麦，通过人工测量的方法获得株高 h_1 、茎秆质量 m_1 、穗层高度 h_2 和籽粒质量 m_2 等数据，通过 MATLAB 拟合出株高 h_1 和茎秆质量 m_1 之间的数学模型： $m_1 = a_1 \cdot e^{b_1 \cdot h_1}$ ，其中 a_1 、 b_1 为常数，拟合出穗层高度 h_2 和籽粒质量 m_2 之间的数学模型： $m_2 = a_2 \cdot \ln(h_2) - b_2$ ，其中 a_2 、 b_2 为常数，建立该作物属性信息库；由作物属性信息库得到作物属性信息，包括密度 ρ (株/ m^2)、茎秆质量 m_1 (kg/株) 和籽粒质量 m_2 (kg/株)；则去除割茬部分的茎秆高度占总株高的百分比 $\mu = \frac{h_1 - l_1}{h_1}$ ，去除割茬部分茎秆的质量系数 $\lambda = 1 - \frac{m_4 - m_5}{m_5}$ ，其中 m_4 为单位长度割茬的质量， m_5 为单位长度茎秆的质量， m_4 和 m_5 均为人工测量值，则考虑割茬高度后的茎秆质量 $m_3 = m_1 \cdot (1 - \mu) \cdot \lambda$ 。

根据上述待收获区稻麦的密度 ρ (株/ m^2)、考虑割茬高度后的茎秆质量 m_3 (kg/株) 和籽粒质量 m_2 (kg/株)、割幅宽度 H (m)、割茬高度 l_1 (m) 和当前的作业速度 V (m/s) 等信息，实时计算喂入量 $Q = H \cdot \rho \cdot (m_3 + m_2)V = H \cdot \rho \cdot (a_1 \cdot e^{b_1 \cdot h_1} (1 - \mu) \cdot \lambda + a_2 \cdot \ln(h_2) - b_2)V$ ，其中 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 为常数。

如图 8 所示，调速装置包括作业速度控制器、速度传感器、步进电机 801 和调速机构，调速机构包括齿轮 802、齿扇 803、HST（液压传动无级变速器）伸出转臂 804、限位开关 805，步进电机 801 轴上嵌套齿轮 802，齿轮 802 与齿扇 803 啮合，齿扇 803 与 HST 伸出转

臂 804 以固定角度焊合在一起, HST 伸出转臂 804 嵌套在 HST 伸出轴上, 限位开关 805 位于齿扇 803 上齿面的两侧极限位置。当进入调速状态时, 作业速度控制器发出指定的脉冲信号控制步进电机 801 转动相应方向和角度, 步进电机 801 通过齿轮 802、齿扇 803 啮合结构来带动 HST 伸出转臂 804 及 HST 轴转过相应角度, 以控制 HST 传动比及输出速度, 从而达到对联合收获机作业速度的调节, 当齿轮 802 与齿扇 803 啮合在极限位置时, 会触发行程开关 805 的按钮, 并将信号传输至作业速度控制器, 控制器经过分析会发出指令, 将步进电机 801 退出极限位置, 保护调速机构不会受损变形。

若实时计算的喂入量 Q 在设定的范围 ($Q_m \pm Q_c$) 内, Q_m 为额定喂入量, Q_c 为允许偏差, 则保持当前速度不变, 继续测量下一秒的作物属性信息和喂入量大小, 若喂入量大小不在设定的范围内, 作业速度调控模块激活, 作业速度控制器根据设定好的额定喂入量 Q_m , 计算喂入量大小变化量 $\Delta Q = Q - Q_m$; 根据前方待收获区作物的属性信息和设定的喂入量大小以及割幅割茬等收获机参数, 计算速度变化量

$$\Delta V = \frac{\Delta Q}{H \cdot \rho \cdot (m_3 + m_2)} = \frac{\Delta Q}{H \cdot \rho \cdot [a_1 \cdot e^{b_1 \cdot h_1 (1-\mu) \cdot \lambda} + a_2 \cdot \ln(h_2) - b_2]},$$

由 ΔV 的正负值确定加速或减速, 根据

ΔV 的绝对值确定速度调节的大小, 作业速度控制器发出相应的脉冲信号控制步进电机正反转, 通过与步进电机相连的调速机构控制主操纵手柄, 从而达到对联合收获机作业速度的调节, 同时根据调节后的速度大小继续计算喂入量大小的变化量, 达到喂入量反馈调节的目的。

所述实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. 基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，包括割茬高度控制模块、作物属性信息探测模块和作业速度调控模块；割茬高度控制模块测量割刀的离地高度，利用液压控制系统保持稳定的割茬高度，作物属性信息探测模块获取作物属性信息；作业速度调控模块通过作物属性信息、割幅、割茬高度和前进速度计算进入联合收获机内作物的喂入量，当喂入量大小超出设定范围时，作业速度控制器调节作业速度，保证联合收获机喂入量稳定。

2. 根据权利要求 1 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述割刀的离地高度是通过组合式传感器测量的。

3. 根据权利要求 2 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述组合式传感器包括机械接触式传感器；械接触式传感器包括仿形板（305）、角度传感器（306），仿形板（305）一端通过连接板（304）套在角度传感器（306）转动轴上，角度传感器（306）固定于连接件（302）上，连接件（302）一端通过轴承安装于壳体（301）上，另一端设有长杆（309），壳体（301）前后两端分别安装有固定轴，其中一固定轴安装有扭簧（308），扭簧（308）固定在壳体（301）上的圆柱体（310）上。

4. 根据权利要求 1 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述作物属性信息包括密度、茎秆质量和籽粒质量。

5. 根据权利要求 4 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述茎秆质量由作物的株高结合作物属性信息库得到，籽粒质量由作物的穗层高度结合作物属性信息库得到。

6. 根据权利要求 5 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述株高和穗层高度由点云数据处理获取的。

7. 根据权利要求 1 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述喂入量 $Q = H \cdot \rho \cdot (a_1 \cdot e^{b_1 \cdot h_1} (1 - \mu) \cdot \lambda + a_2 \cdot \ln(h_2) - b_2) V$ ，其中 H 为割幅宽度， ρ 为作物的密度， a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 为常数， h_1 为株高， h_2 为穗层高度， μ 为去除割茬部分的茎秆高度占总株高的百分比， λ 为去除割茬部分茎秆的质量系数， V 为作业速度。

8. 根据权利要求 7 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控

制系统，其特征在于，所述去除割茬部分的茎秆高度占总株高的百分比 $\mu = \frac{h_1 - l_1}{h_1}$ ，其中 l_1 为割茬高度。

9.根据权利要求 7 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述去除割茬部分茎秆的质量系数 $\lambda = 1 - \frac{m_4 - m_5}{m_5}$ ，其中 m_4 为单位长度割茬的质量， m_5 为单位长度茎秆的质量。

10.根据权利要求 1 或 7 所述的基于成熟作物属性信息实时探测的联合收获机喂入量稳定控制系统，其特征在于，所述作业速度控制器调节作业速度是根据速度变化量 ΔV 的绝对值确定速度调节的大小，速度变化量 $\Delta V = \frac{\Delta Q}{H \cdot \rho \cdot [a_1 \cdot e^{b_1 \cdot h_1 (1-\mu) \cdot \lambda + a_2 \cdot \ln(h_2) - b_2}]}$ ，其中 ΔQ 为喂入量大小变化量， $\Delta Q = Q - Q_m$ ， Q_m 为额定喂入量。

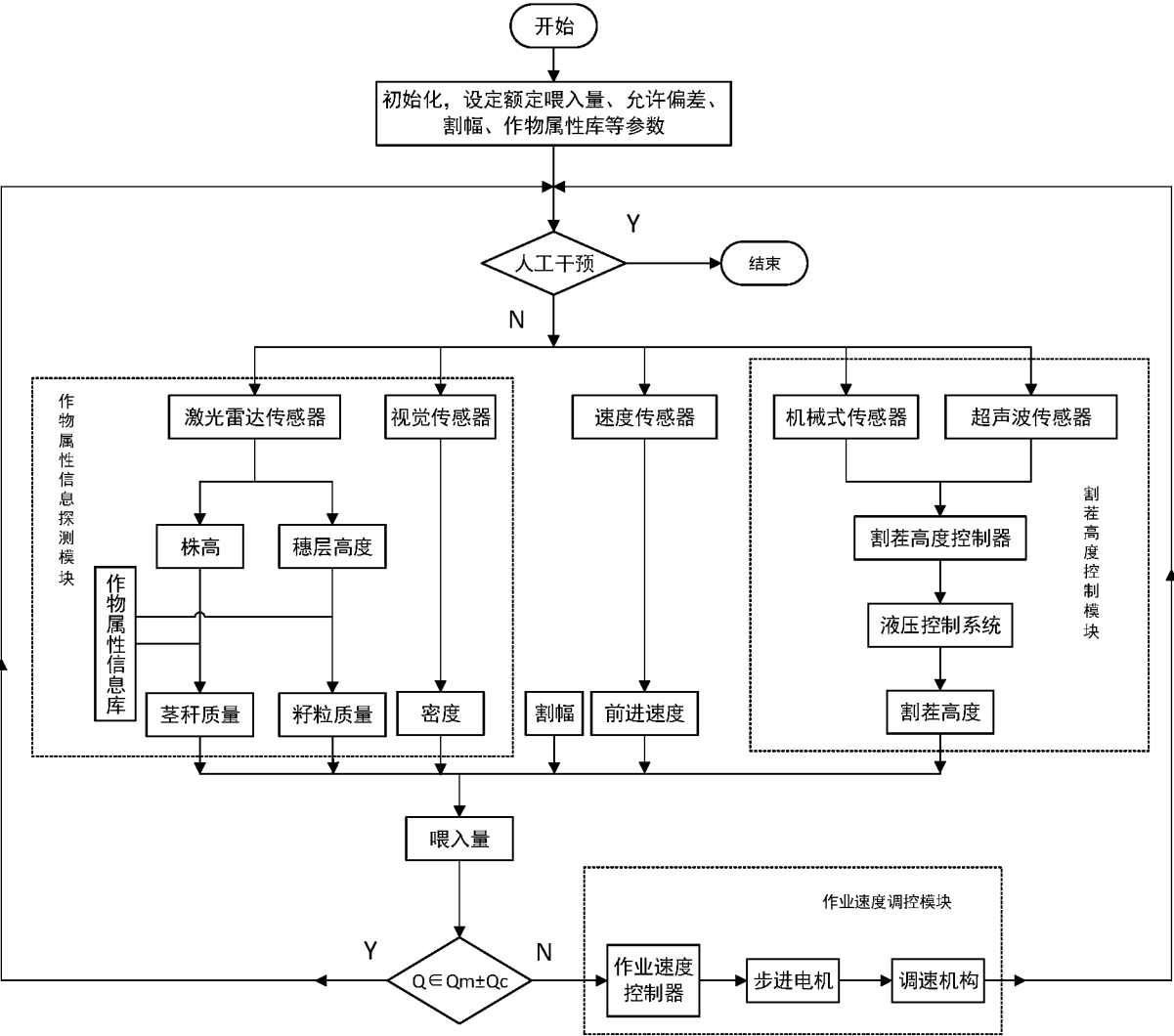


图 1

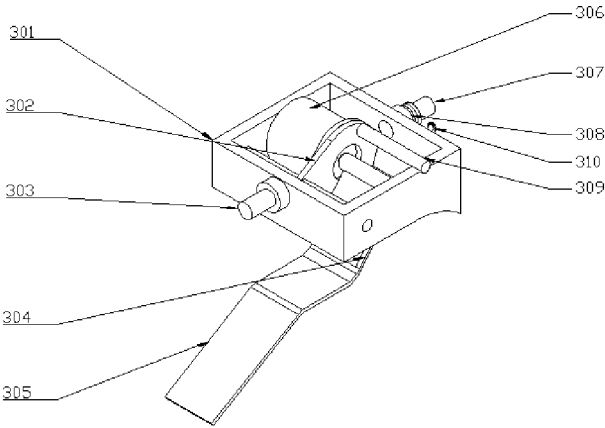


图 2

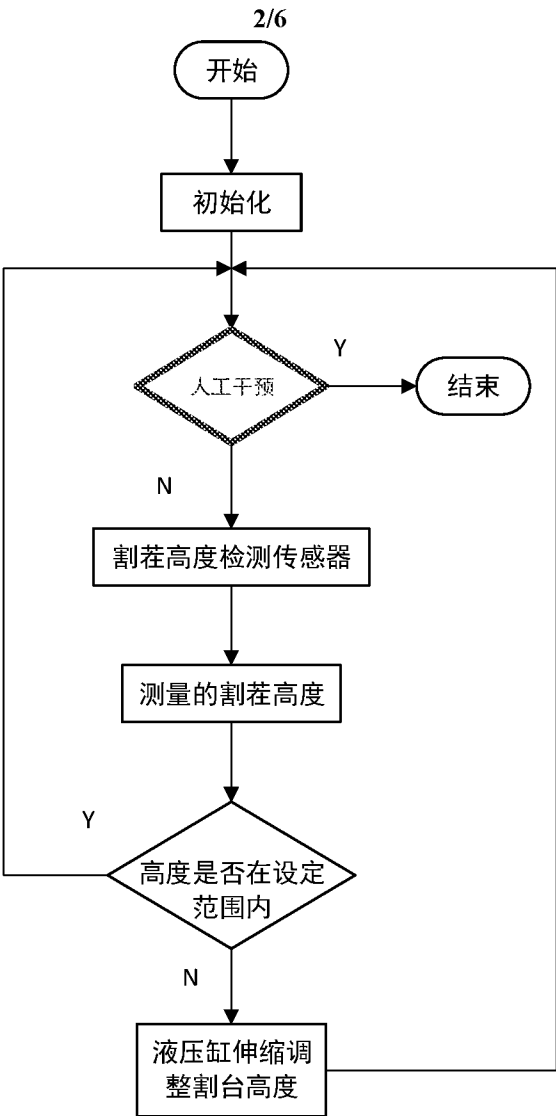


图 3

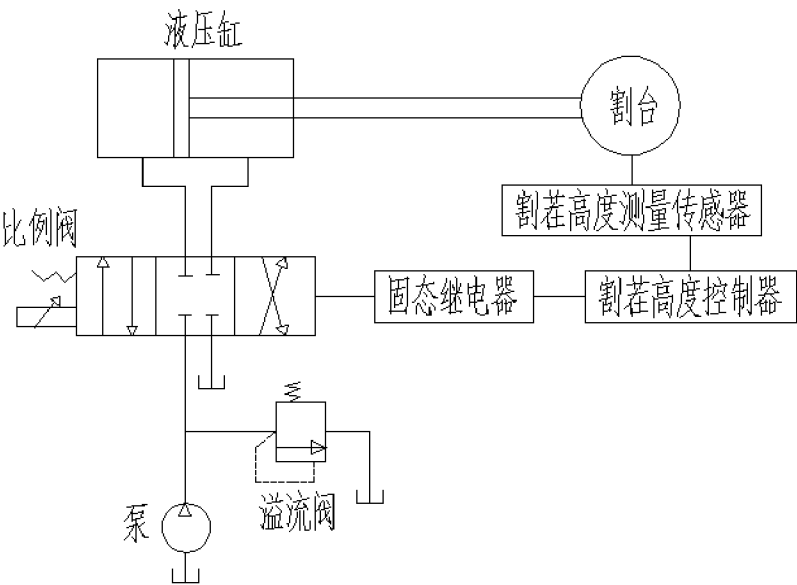


图 4

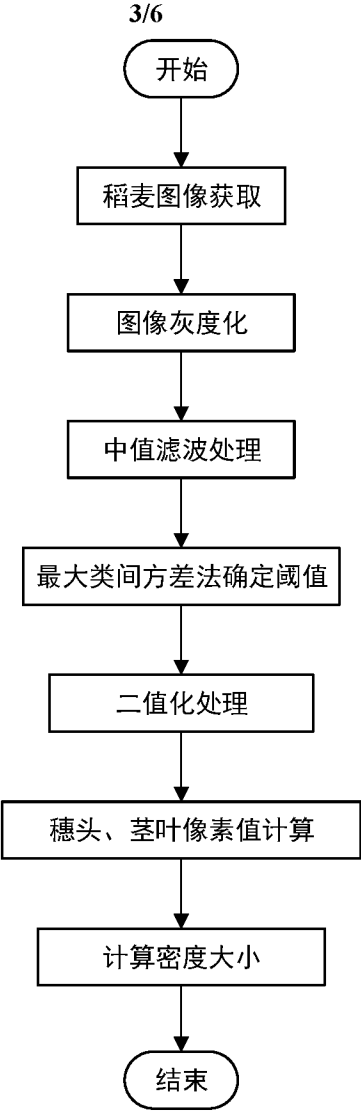


图 5

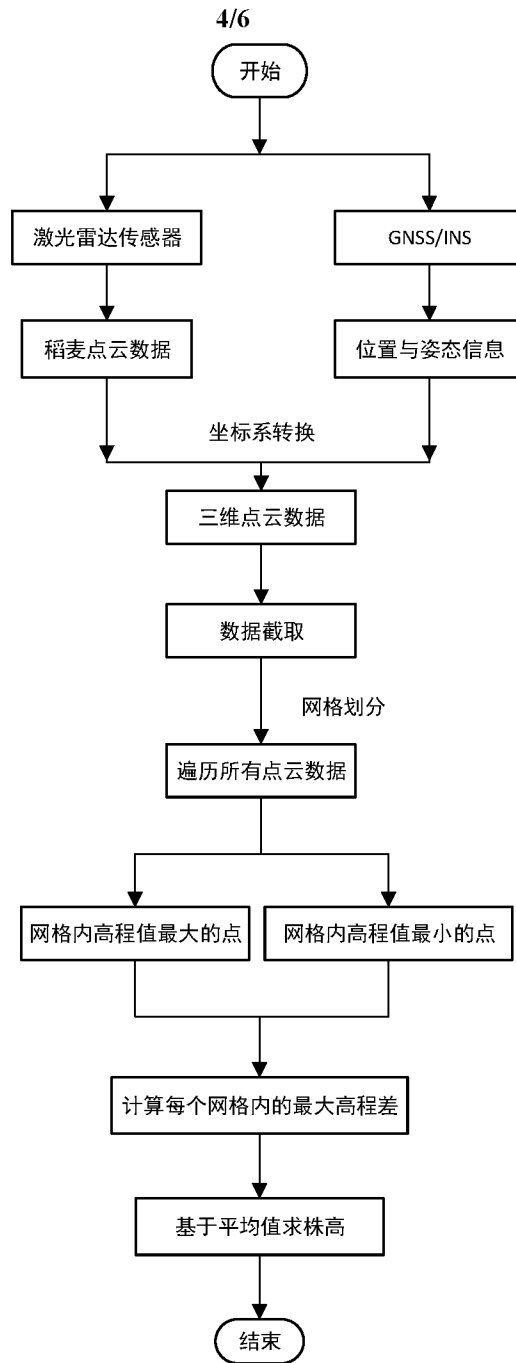


图 6

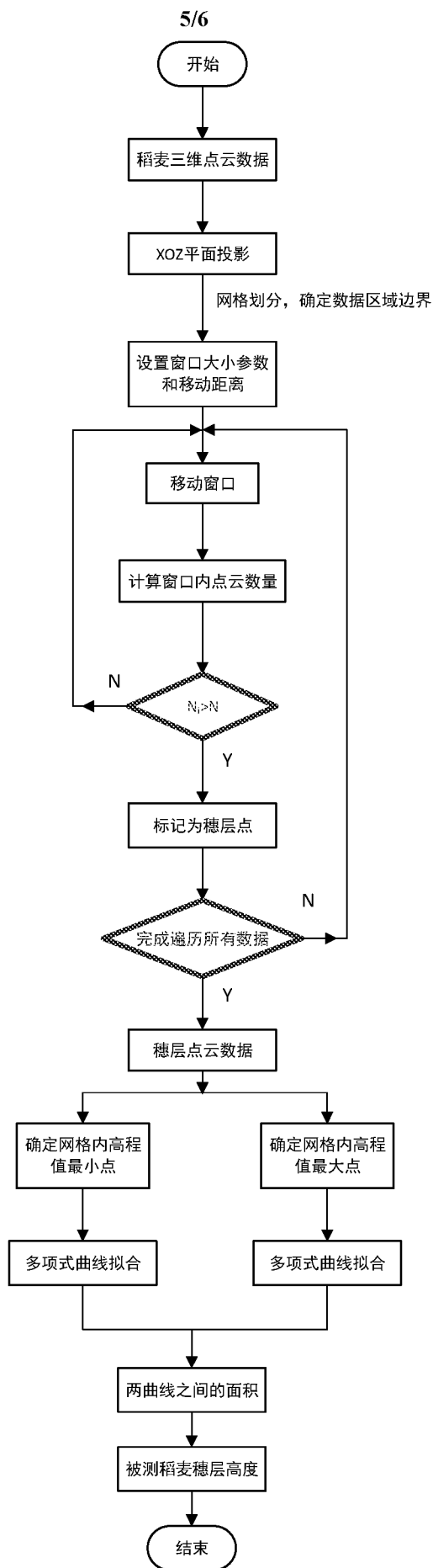


图 7

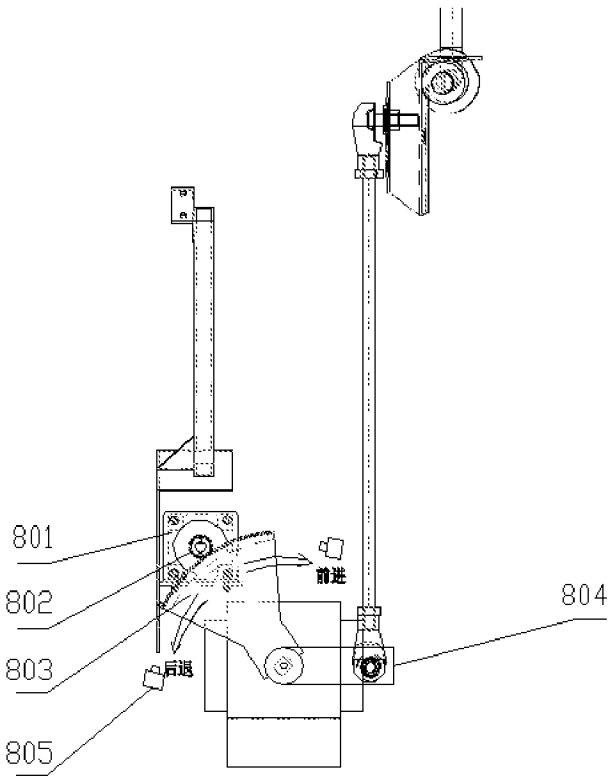


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/091641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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, CNKI, 万方, WANFANG: 联合收割机, 联合收获机, 喂入量, 速度, 高度, 计算, 割幅 w 宽度, 株高, 穗层 w 高度, 传感器, 扭簧, 仿形板, 密度, 角度, 公式, cropper, feed+, speed, height, sensor, density, angle, formula

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 203523335 U (NORTHWEST A&F UNIVERSITY) 09 April 2014 (2014-04-09) description, paragraphs [0019]-[0025], and figure 1	1-10
X	CN 103404297 A (NORTHWEST A&F UNIVERSITY) 27 November 2013 (2013-11-27) description, paragraph [0019]	1-10
X	CN 103404298 A (NORTHWEST A&F UNIVERSITY) 27 November 2013 (2013-11-27) description, paragraphs [0007]-[0017], and figure 1	1-10
X	CN 1748451 A (HENAN UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 22 March 2006 (2006-03-22) description, page 7, last paragraph, and figure 1	1-10
A	CN 2164635 Y (KANG, Yimin) 18 May 1994 (1994-05-18) entire document	1-10
A	WO 2017075036 A1 (CNH IND AMERICA LLC) 04 May 2017 (2017-05-04) entire document	1-10
A	CN 104322203 A (CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURAL MECHANIZATION SCIENCES) 04 February 2015 (2015-02-04) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 January 2020

Date of mailing of the international search report

20 February 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/091641

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102379188 A (CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURAL MECHANIZATION SCIENCES) 21 March 2012 (2012-03-21) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/091641

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	203523335	U	09 April 2014	None			
CN	103404297	A	27 November 2013	None			
CN	103404298	A	27 November 2013	None			
CN	1748451	A	22 March 2006	CN	100506013	C	01 July 2009
CN	2164635	Y	18 May 1994	None			
WO	2017075036	A1	04 May 2017	US	2017112061	A1	27 April 2017
CN	104322203	A	04 February 2015	CN	104322203	B	25 May 2016
CN	102379188	A	21 March 2012	CN	102379188	B	26 June 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/091641

A. 主题的分类

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)

A01D 41/+

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, CNKI, 万方: 联合收割机, 联合收获机, 喂入量, 速度, 高度, 计算, 割幅 w 宽度, 株高, 穗层 w 高度, 传感器, 扭簧, 仿形板, 密度, 角度, 公式, cropper, feed+, speed, height, sensor, density, angle, formula

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
X	CN 203523335 U (西北农林科技大学) 2014年 4月 9日 (2014 - 04 - 09) 说明书第[0019]-[0025]段、附图1	1-10
X	CN 103404297 A (西北农林科技大学) 2013年 11月 27日 (2013 - 11 - 27) 说明书第[0019]段	1-10
X	CN 103404298 A (西北农林科技大学) 2013年 11月 27日 (2013 - 11 - 27) 说明书第[0007]-[0017]段、附图1	1-10
X	CN 1748451 A (河南科技大学) 2006年 3月 22日 (2006 - 03 - 22) 说明书第7页最后1段、附图1	1-10
A	CN 2164635 Y (康义民) 1994年 5月 18日 (1994 - 05 - 18) 全文	1-10
A	WO 2017075036 A1 (CNH IND AMERICA LLC) 2017年 5月 4日 (2017 - 05 - 04) 全文	1-10
A	CN 104322203 A (中国农业机械化科学研究院) 2015年 2月 4日 (2015 - 02 - 04) 全文	1-10
A	CN 102379188 A (中国农业机械化科学研究院) 2012年 3月 21日 (2012 - 03 - 21) 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

2020年 1月 15日

国际检索报告邮寄日期

2020年 2月 20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

许炎炎

电话号码 010-62089883

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/091641

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	203523335	U	2014年 4月 9日	无	
CN	103404297	A	2013年 11月 27日	无	
CN	103404298	A	2013年 11月 27日	无	
CN	1748451	A	2006年 3月 22日	CN 100506013	C 2009年 7月 1日
CN	2164635	Y	1994年 5月 18日	无	
WO	2017075036	A1	2017年 5月 4日	US 2017112061	A1 2017年 4月 27日
CN	104322203	A	2015年 2月 4日	CN 104322203	B 2016年 5月 25日
CN	102379188	A	2012年 3月 21日	CN 102379188	B 2013年 6月 26日