



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106612787 A

(43)申请公布日 2017. 05. 10

(21)申请号 201710085277.2

(22)申请日 2017.02.17

(71)申请人 河南省现代富博智能装备科技有限公司

地址 454550 河南省焦作市沁阳市产业集聚区神农大道1号

(72)发明人 陈兵旗 王侨 邵敏 梁习卉子 杨明

(74)专利代理机构 郑州大通专利商标代理有限公司 41111

代理人 余炎锋

(51)Int.Cl.

A01C 7/20(2006.01)

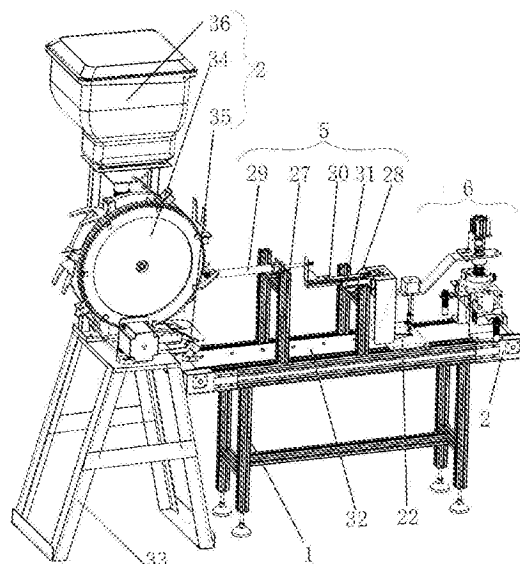
权利要求书4页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置及方法

(57)摘要

本发明属于机器视觉技术领域。一种定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置及方法,其通过喂料装置和输送装置,使得待测种粒呈周期性喂料并间隔排布在输送带上,通过调向分面摆放装置的结构设计,使得其能够实现对胚面朝向不同的玉米种粒进行分别摆放,并对其尖端朝向进行修正,从而实现定向定位摆放,本申请同时通过对玉米种粒的外形特征进行检测计算,能够大大提高尖端朝向的准确性,为后期的玉米种粒的排列包装以及定向播种提供条件,为实现玉米机械化、自动化定向播种提供解决途径。



1. 一种定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置, 其特征在于: 包括支撑架、设置在支撑架上的输送装置、与输送装置其中一端对应设置的喂料装置、与输送装置的另一端对应设置的图像采集处理装置和调向分面摆放装置、以及控制系统;

所述的图像采集处理装置包括图像采集处理单元和调节置位机构, 所述的调节置位机构驱动图像采集处理单元上下升降动作和沿输送装置的行进方向前后横移动作, 所述的图像采集处理单元包括光源箱、设置在光源箱内的相机和布设在相机两侧的两组光源, 所述相机的镜头光轴与输送装置垂直;

所述的调向分面摆放装置包括横跨在输送装置上的支撑台架、设置在支撑台架上且输出轴朝上的分面步进电机、通过联轴器与分面步进电机传动连接的旋转中心轴、套设在旋转中心轴上的开口滑动轴承、套设在开口滑动轴承上的分面旋转臂、设置在分面旋转臂端部的单轴调向步进电机、与单轴调向步进电机输出轴连接的调节杆和设置在调节杆下端的真空吸盘组件, 所述的支撑台架上固定设置有导向轴套, 导向轴套与旋转中心轴之间设置有滚动轴承, 所述的开口滑动轴承与导向轴套之间的旋转中心轴上凸起有环形挡板, 伸缩弹簧套设在旋转中心轴上并置设与环形挡板上, 开口滑动轴承置于伸缩弹簧上部, 与开口滑动轴承对应的旋转中心轴上开设有键槽, 所述的分面旋转臂上固定设置有平键和定位轴套, 定位轴套与开口滑动轴承之间通过卡簧连接固定, 平键的端部穿过开口滑动轴承的开口并与键槽匹配, 进而实现旋转中心轴、开口滑动轴承和分面旋转臂的扭矩传递; 与旋转中心轴对应的分面旋转臂的端部固定设置有垂直固定支架, 垂直固定支架上固定设置有升降气缸, 升降气缸的动作端与旋转中心轴同轴固定连接;

所述的控制系统包括上位机图像采集与处理系统和下位机动力控制系统, 所述的上位机图像采集与处理系统包括计算机硬件部分和图像采集与处理算法软件部分, 所述的下位机动力控制系统包括PLC、步进电机驱动器硬件部分和动力控制系统软件部分, 所述的上位机图像采集与处理系统对图像采集处理单元的图像检测结果实时串行通信给下位机动力控制系统;

与真空吸盘组件下端对应的支撑架上设置有中间定位板, 中间定位板与输送装置的输送皮带滑动贴合, 且在中间定位板中部设置有定位凹槽, 所述的图像采集处理单元和真空吸盘组件均与定位凹槽对应设置;

在支撑台架的前侧、左侧和右侧均设置有光电检测开关, 在支撑台架上还设置有与真空吸盘组件连接的微型真空泵和单向电磁阀。

2. 根据权利要求1所述的定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置, 其特征在于: 所述的调节置位机构包括设置在支撑架上的两组竖直导轨、匹配滑动设置在每组竖直导轨上的横向导轨梁、分别设置在两横向导轨梁上的置位气缸和滑块、匹配滑动设置在滑块上并与置位气缸连接的线性导轨, 所述的图像采集处理单元固定设置在线性导轨的端部。

3. 根据权利要求1所述的定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置, 其特征在于: 所述的输送装置包括设置在支撑架上的主动滚筒和从动滚筒、与主动滚筒传动连接的输送步进电机和输送皮带, 所述的输送皮带的表面为黑色, 所述的中间定位板上涂有反光率低的黑漆; 所述的喂料装置包括底座、设置在底座上的分粒排种器、与分粒排种器的下种管连通的储种箱、和排种电机, 所述的分粒排种器的下料端设置有与输送装置对应的导向定位管; 所述的导向定位管包括梯形引导斜槽、设置在梯形引导斜槽端部的定位圆管、设置在定位圆

管内壁上的缓冲限位舌片和设置在定位圆管下端部的U型导向板,所述的梯形引导斜槽与定位圆管布设的夹角为锐角,在梯形引导斜槽上部设置有扇形罩,在梯形引导斜槽侧部设置有安装架。

4. 根据权利要求1所述的定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置,其特征在于:所述的调节杆为截面呈半圆弧形的敞开式直杆,在调节杆的上端为刚性半联轴器结构,刚性半联轴器结构与单轴调向步进电机连接并进行扭矩传递,在调节杆的底部设置有支撑圆环,所述的真空吸盘组件匹配套设在支撑圆环内的螺纹管、设置在支撑圆环两侧的螺纹管上的定位螺母、设置在螺纹管上端的气吸管接头、以及设置在螺纹管下端的吸气嘴和真空吸盘。

5. 一种利用权利要求1~4任一所述的种粒定向定位摆放装置的玉米种粒定向定位摆放方法,其特征在于:包括以下步骤:

a、设定各部件的运行周期为T,喂料装置按设定周期T向输送装置的输送皮带上连续均匀喂入待定向定位摆放的种粒,输送装置按设定周期T间歇运行;

b、种粒在输送皮带的作用下输送至中间定位板的定位凹槽处,完成种粒的机械定位,图像采集处理单元采集种粒的图像信息,并将图像信息输送至计算机,同时图像采集处理单元在调节置位机构的作用下退出图形采集区域;

c、计算机通过图形采集与处理算法软件部分对种粒的图像信息进行检测判断,确定种粒形心位置检测信息;根据种粒形心位置检测信息、以及其偏离位于前侧的光电检测开关的距离,微调旋转角,使调向分面摆放装置上的真空吸盘至于种粒正上方,实现精准定位;

d、微型真空泵启动,同时驱动升降气缸推动分面旋转臂垂直下行,真空吸盘贴近并吸附种粒后,种粒随升降气缸一同上行回缩,根据上位机图像采集与处理算法软件部分对于种粒胚芽正反面检测信息和种粒尖端朝向信息的反馈,驱动分面旋转臂左旋或右旋到位,同时通过单轴调向步进电机调整种粒尖端朝向,左旋或右旋至摆放工位后,升降气缸下行到位,气吸系统关闭,吸盘将种粒定向摆放在左侧或右侧的摆放工位上,完成种粒的定向定位摆放;

e、随后升降气缸上行复位,图像采集处理单元在调节置位机构的作用下置位至图形采集区域,至此完成该周期内的种粒定向定位摆放。

6. 根据权利要求5所述的玉米种粒定向定位摆放方法,其特征在于:当喂料装置单次喂出多粒种粒,且在抵达定位凹槽处时,计算机的图形采集与处理算法软件部分反馈检测信息为发生种粒粘连,则喂料装置和输送装置停止运行,调向分面摆放装置继续运行,在种粒吸附完成后,分面旋转臂旋转中途即关闭气吸系统丢弃该种粒;再次临时启动输送装置,至后侧粘连的种粒抵达定位凹槽处,停止输送装置的运行,如仍旧检测信息为发生种粒粘连,则继续中途丢弃种粒,直至检测信息为不发生种粒粘连,则按步骤d完成该种粒的定位定向摆放;计算统计输送装置的临时行进的总距离L,判断L是否为 L_0 的整倍数,如是,则各部分装置正常运行;如不是,则启动输送装置运行至 L_0 的整倍数后,各部分装置正常运行,其中 L_0 为输送装置单周期T内的运行距离。

7. 根据权利要求5所述的玉米种粒定向定位摆放方法,其特征在于:在水平面内,以输送装置的输送方向为Y轴,以垂直于输送装置的输送方向为X轴,建立参考坐标系,所述的种粒尖端朝向信息的判断方法包括以下步骤:

x1:将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理,得到二值图像,获取种粒的外形特

征,进而判断种粒尖端点 P_T 是否需要修正;

x2:当种粒尖端点 P_T 判定明晰时,获取到的种粒外形特征:种粒尖端点 P_T 和种粒形心 P_0 ,则 $P_T P_0$ 线偏离X轴的角度即为种粒尖端朝向;

x3:当种粒尖端平坦或露出黑色胚部,导致种粒白色区域出现两个伪尖端点 P 和 P' ,需进行种粒尖端点修正,根据获取到的种粒外形特征的黄色区域形心 P_y ,则在白色区域轮廓线上距离黄色区域形心 P_y 最远的点即为其中一个伪尖端点,设该伪尖端点为伪尖端点 P ;

x4:在白色区域轮廓线上,由伪尖端点 P 起沿顺时针方向间隔多个像素点后,建立新起点,并由该新起点起,顺时针在白色区域轮廓线选取足够长度 L_d 的待测轮廓线,在该段待测轮廓线上分别计算与黄色区域形心 P_y 距离最大的多个连续轮廓点 $P_1, P_2, \dots, P_i$,设 P_i 与 P_y 的像素距离为 L_i ,记多个连续轮廓点之间的白色区域轮廓线上的中点为 P_e ,其中, P_e 与 P 沿白色区域轮廓线的最短距离为 L_{ep} , i 为正整数; L_d 满足其长度大于白色区域轮廓线的长度的一半,且伪尖端点 P 不在待测轮廓线;

x5:如满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$,且 $L_{th2} \leq L_{ep} < L_d$,则判定顺时针方向存在另一个伪尖端点,即 $P' = P_e$;

如不满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$,且 $L_{th2} \leq L_{ep} < L_d$,则在x4步骤中以逆时针方向,以同样的方式寻找多个连续轮廓点 P_i 之间的白色区域轮廓线上的中点 P_e' ,如逆时针方向上的中点 P_e' 满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$,且 $L_{th2} \leq L_{e'p} < L_d$,则判定逆时针方向存在另一伪尖端点,即 $P' = P_e'$,

其中, $L_{\max}$ 为 P 与 P_y 的像素距离, L_{th1} 取值足够小,进而保证 L_i 趋近等于 $L_{\max}$, L_{th2} 取值足够大,进而保证 P_e 和 P 不在种粒的同侧;

x6:如在逆时针方向或顺时针方向存在伪尖端点 P' ,则将伪尖端点 P 和 P' 之间的白色区域轮廓线中点作为尖端点 P_T ;如在逆时针方向或顺时针方向均不存在伪尖端点 P' ,以伪尖端点 P 作为尖端点 P_T 。

8. 根据权利要求7所述的玉米种粒定向定位摆放方法,其特征在于:所述的 $L_d = L_w/5$, $L_i = 3$ 像素, $L_{th2} = 14$ 像素,其中 L_w 为种粒黄色区域轮廓线的长度。

9. 根据权利要求5所述的种粒定向定位摆放方法,其特征在于:所述的种粒胚芽正反面检测信息的判断方法包括以下步骤:

z1:将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理,得到二值图像,获取种粒的外形特征,种粒的外形特征包括种粒尖端点 P_T 、种粒长轴 $P_T P_C$ 、种粒短轴 $P_A P_B$ 、白色区域轮廓线和种粒长轴的外接矩形 $R_A R_B R_C R_D$,所述的种粒尖端点 P_T 位于种粒外接矩形的 $R_A R_B$ 线上;

z2:设 $P_T R_D$ 、 $P_T P_C$ 线上的白色胚芽像素数为 n_1 和 n_2 , $P_T P_C$ 与白色区域轮廓线的交点为 P_N ,则对胚芽正反面进行两步判定检测,其第一步判定为:当 $0.6 < P_T P_N / P_T P_C < 1$ 时,则判定胚芽面朝上;当 $P_T P_N / P_T P_C \leq 0.6$ 时,进行第二步判定;

第二步判定检测为:当 $0.47 \leq P_T P_N / P_T P_C \leq 0.6$ 时,其 $n_1 / n_2 < 0.8$,则仍判定胚芽面朝上;当 $0.47 \leq P_T P_N / P_T P_C \leq 0.6$ 时,其 $n_1 / n_2 \leq 0.8$ 时,则判定胚芽面朝下;当 $P_T P_N / P_T P_C \leq 0.47$ 时,则判定胚芽面朝下。

10. 根据权利要求5所述的种粒定向定位摆放方法,其特征在于:所述的种粒粘连的检测信息的检测方法为:

s1:确定种粒几何特性,选取种粒样本,测量其长度和宽度的几何尺寸的极限值,其长限值采用取大舍小方式,得出长度上限值 L_{lmax} 和宽度上限值 L_{wmax} ;

s2:将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理,得到二值图像,获取种粒的外形特征,追踪二值图像中所有种粒的轮廓线,并找到距离定位凹槽最近的目标轮廓线,确定该目标轮廓线的外接矩形,设该外接矩形的长度为 L_x 和宽度为 L_y ;

s3:检测判定:如 $L_x > L_{1max}$ 或 $L_y > L_{wmax}$,则判定为种粒粘连,并以该定位凹槽区域作为处理区域,追踪该区域内的种粒轮廓线,将轮廓中心点设定为首粒种粒形心。

定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于机器视觉技术领域,具体涉及一种定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置及方法。

背景技术

[0002] 玉米定向播种是指控制种粒在土壤中的空间姿态,使其胚芽面朝向一致,以使植株叶片有序伸展,提高通光、通风效果,对提高玉米单位面积产量具有重要意义。

[0003] 玉米实现定向播种,最初采用人工排种法,费工、费力,且在覆土时种子易发生移动。后有学者发明了人工种带法,事先将种子定向黏贴在载体上,形成种子带,再将种子带铺入沟中,便于快速定向播种,如段晋宏所设计的玉米定向播种方法。起初,种子带的制作由人工完成,前期投入劳动仍较多。四川有学者利用型孔排种的原理发明了一种玉米定向播种器,该播种器对播种环境要求严格,播种效率也不高,但是跨出了人工定向播种向机械化转变的质的一步。江光华等设计了玉米种子定向定位排种器,试验合格率达到80%以上。徐丽明、赵学观、王应彪等发明了玉米种子定向方法及定向排种装置、玉米定向种子带制作及种子带播种装置等,设计了定向排序输送方法以及定向吸附摆放机构,并进行了试验设计及参数优化分析。纵观国内外研究现状,目前实现玉米种子的定向有序排列主要依靠纯机械手段来实现寻位定向,对种子的外形尺寸和机械的结构参数以及两者之间的适应性要求均较高,但合格率不高。

[0004] 针对玉米定向播种,本课题组前期基于机器视觉技术研究了种穗和种粒的形态、品质检测算法,并研制了相应的精选装置,本研究将进一步基于机器视觉技术,针对适于定向播种的合格玉米种粒,设计一种定向定位装置,从而使得其能够为后续玉米种粒的排列包装以及定向播种提供条件,为实现玉米机械化、自动化定向播种提供解决途径。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对上述存在的问题和现状,提供一种定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置及方法,其结构设计合理、紧凑,通过作业条件和精度要求,设计控制方式,优化了种粒胚芽正反面和尖端朝向的图像检测方法,实现玉米种粒的定位定向摆放。

[0006] 为达到上述目的,所采取的技术方案是:

[0007] 一种定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置,包括支撑架、设置在支撑架上的输送装置、与输送装置其中一端对应设置的喂料装置、与输送装置的另一端对应设置的图像采集处理装置和调向分面摆放装置、以及控制系统;

[0008] 所述的图像采集处理装置包括图像采集处理单元和调节置位机构,所述的调节置位机构驱动图像采集处理单元上下升降动作和沿输送装置的行进方向前后横移动作,所述的图像采集处理单元包括光源箱、设置在光源箱内的相机和布设在相机两侧的两组光源,所述相机的镜头光轴与输送装置垂直;

[0009] 所述的调向分面摆放装置包括横跨在输送装置上的支撑台架、设置在支撑台架上

且输出轴朝上的分面步进电机、通过联轴器与分面步进电机传动连接的旋转中心轴、套设在旋转中心轴上的开口滑动轴承、套设在开口滑动轴承上的分面旋转臂、设置在分面旋转臂端部的单轴调向步进电机、与单轴调向步进电机输出轴连接的调节杆和设置在调节杆下端的真空吸盘组件,所述的支撑台架上固定设置有导向轴套,导向轴套与旋转中心轴之间设置有滚动轴承,所述的开口滑动轴承与导向轴套之间的旋转中心轴上凸起有环形挡板,伸缩弹簧套设在旋转中心轴上并置设与环形挡板上,开口滑动轴承置于伸缩弹簧上部,与开口滑动轴承对应的旋转中心轴上开设有键槽,所述的分面旋转臂上固定设置有平键和定位轴套,定位轴套与开口滑动轴承之间通过卡簧连接固定,平键的端部穿过开口滑动轴承的开口并与键槽匹配,进而实现旋转中心轴、开口滑动轴承和分面旋转臂的扭矩传递;与旋转中心轴对应的分面旋转臂的端部固定设置有垂直固定支架,垂直固定支架上固定设置有升降气缸,升降气缸的动作端与旋转中心轴同轴固定连接;

[0010] 所述的控制系统包括上位机图像采集与处理系统和下位机动力控制系统,所述的上位机图像采集与处理系统包括计算机硬件部分和图像采集与处理算法软件部分,所述的下位机动力控制系统包括PLC、步进电机驱动器硬件部分和动力控制系统软件部分,所述的上位机图像采集与处理系统对图像采集处理单元的图像检测结果实时串行通信给下位机动力控制系统;

[0011] 与真空吸盘组件下端对应的支撑架上设置有中间定位板,中间定位板与输送装置的输送皮带滑动贴合,且在中间定位板中部设置有定位凹槽,所述的图像采集处理单元和真空吸盘组件均与定位凹槽对应设置;

[0012] 在支撑台架的前侧、左侧和右侧均设置有光电检测开关,在支撑台架上还设置有与真空吸盘组件连接的微型真空泵和单向电磁阀。

[0013] 所述的调节置位机构包括设置在支撑架上的两组竖直导轨、匹配滑动设置在每组竖直导轨上的横向导轨梁、分别设置在两横向导轨梁上的置位气缸和滑块、匹配滑动设置在滑块上并与置位气缸连接的线性导轨,所述的图像采集处理单元固定设置在线性导轨的端部。

[0014] 所述的输送装置包括设置在支撑架上的主动滚筒和从动滚筒、与主动滚筒传动连接的输送步进电机和输送皮带,所述的输送皮带的表面为黑色,所述的中间定位板上涂有反光率低的黑漆。

[0015] 所述的喂料装置包括底座、设置在底座上的分粒排种器、与分粒排种器的下种管连通的储种箱、和排种电机,所述的分粒排种器的下料端设置有与输送装置对应的导向定位管;所述的导向定位管包括梯形引导斜槽、设置在梯形引导斜槽端部的定位圆管、设置在定位圆管内壁上的缓冲限位舌片和设置在定位圆管下端部的U型导向板,所述的梯形引导斜槽与定位圆管布设的夹角为锐角,在梯形引导斜槽上部设置有扇形罩,在梯形引导斜槽侧部设置有安装架。

[0016] 所述的调节杆为截面呈半圆弧形的敞开式直杆,在调节杆的上端为刚性半联轴器结构,刚性半联轴器结构与单轴调向步进电机连接并进行扭矩传递,在调节杆的底部设置有支撑圆环,所述的真空吸盘组件匹配套设在支撑圆环内的螺纹管、设置在支撑圆环两侧的螺纹管上的定位螺母、设置在螺纹管上端的气吸管接头、以及设置在螺纹管下端的吸气嘴和真空吸盘。

[0017] 一种利用上述任一所述的种粒定向定位摆放装置的玉米种粒定向定位摆放方法,包括以下步骤:

[0018] a、设定各部件的运行周期为 T ,喂料装置按设定周期 T 向输送装置的输送皮带上连续均匀喂入待定向定位摆放的种粒,输送装置按设定周期 T 间歇运行;

[0019] b、种粒在输送皮带的作用下输送至中间定位板的定位凹槽处,完成种粒的机械定位,图像采集处理单元采集种粒的图像信息,并将图像信息输送至计算机,同时图像采集处理单元在调节置位机构的作用下退出图形采集区域;

[0020] c、计算机通过图形采集与处理算法软件部分对种粒的图像信息进行检测判断,确定种粒形心位置检测信息;根据种粒形心位置检测信息、以及其偏离位于前侧的光电检测开关的距离,微调旋转角,使调向分面摆放装置上的真空吸盘至于种粒正上方,实现精准定位;

[0021] d、微型真空泵启动,同时驱动升降气缸推动分面旋转臂垂直下行,真空吸盘贴近并吸附种粒后,种粒随升降气缸一同上行回缩,根据上位机图像采集与处理算法软件部分对于种粒胚芽正反面检测信息和种粒尖端朝向信息的反馈,驱动分面旋转臂左旋或右旋到位,同时通过单轴调向步进电机调整种粒尖端朝向,左旋或右旋至摆放工位后,升降气缸下行到位,气吸系统关闭,吸盘将种粒定向摆放在左侧或右侧的摆放工位上,完成种粒的定向定位摆放;

[0022] e、随后升降气缸上行复位,图像采集处理单元在调节置位机构的作用下置位至图形采集区域,至此完成该周期内的种粒定向定位摆放。

[0023] 当喂料装置单次喂出多粒种粒,且在抵达定位凹槽处时,计算机的图形采集与处理算法软件部分反馈检测信息为发生种粒粘连,则喂料装置和输送装置停止运行,调向分面摆放装置继续运行,在种粒吸附完成后,分面旋转臂旋转中途即关闭气吸系统丢弃该种粒;再次临时启动输送装置,至后侧粘连的种粒抵达定位凹槽处,停止输送装置的运行,如仍旧检测信息为发生种粒粘连,则继续中途丢弃种粒,直至检测信息为不发生种粒粘连,则按步骤d完成该种粒的定位定向摆放;计算统计输送装置的临时行进的总距离 L ,判断 L 是否为 L_0 的整倍数,如是,则各部分装置正常运行;如不是,则启动输送装置运行至 L_0 的整倍数后,各部分装置正常运行,其中 L_0 为输送装置单周期 T 内的运行距离。

[0024] 在水平面内,以输送装置的输送方向为 Y 轴,以垂直于输送装置的输送方向为 X 轴,建立参考坐标系,所述的种粒尖端朝向信息的判断方法包括以下步骤:

[0025] x1:将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理,得到二值图像,获取种粒的外形特征,进而判断种粒尖端点 P_T 是否需要修正;

[0026] x2:当种粒尖端点 P_T 判定明晰时,获取到的种粒外形特征:种粒尖端点 P_T 和种粒形心 P_0 ,则 $P_T P_0$ 线偏离 X 轴的角度即为种粒尖端朝向;

[0027] x3:当种粒尖端平坦或露出黑色胚部,导致种粒白色区域出现两个伪尖端点 P 和 P' ,需进行种粒尖端点修正,根据获取到的种粒外形特征的黄色区域形心 P_y ,则在白色区域轮廓线上距离黄色区域形心 P_y 最远的点即为其中一个伪尖端点,设该伪尖端点为伪尖端点 P ;

[0028] x4:在白色区域轮廓线上,由伪尖端点 P 起沿顺时针方向间隔多个像素点后,建立新起点,并由该新起点起,顺时针在白色区域轮廓线选取足够长度 L_d 的待测轮廓线,在该段

待测轮廓线上分别计算与黄色区域形心 P_y 距离最大的多个连续轮廓点 P_1 、 P_2 、 $\dots$ 、 P_i ，设 P_i 与 P_y 的像素距离为 L_i ，记多个连续轮廓点之间的白色区域轮廓线上的中点为 P_e ，其中， P_e 与 P 沿白色区域轮廓线的最短距离为 L_{ep} ， i 为正整数； L_d 满足其长度大于白色区域轮廓线的长度的一半，且伪尖端点 P 不在待测轮廓线；

[0029] x5: 如满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$ ，且 $L_{th2} \leq L_{ep} < L_d$ ，则判定顺时针方向存在另一个伪尖端点，即 $P' = P_e$ ；

[0030] 如不满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$ ，且 $L_{th2} \leq L_{ep} < L_d$ ，则在x4步骤中以逆时针方向，以同样的方式寻找多个连续轮廓点 P_i 之间的白色区域轮廓线上的中点 P_e' ，如逆时针方向上的中点 P_e' 满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$ ，且 $L_{th2} \leq L_{e'p} < L_d$ ，则判定逆时针方向存在另一伪尖端点，即 $P' = P_e'$ ，

[0031] 其中， $L_{\max}$ 为 P 与 P_y 的像素距离， L_{th1} 取值足够小，进而保证 L_i 趋近等于 $L_{\max}$ ， L_{th2} 取值足够大，进而保证 P_e 和 P 不在种粒的同侧；

[0032] x6: 如在逆时针方向或顺时针方向存在伪尖端点 P' ，则将伪尖端点 P 和 P' 之间的白色区域轮廓线中点作为尖端点 P_T ；如在逆时针方向或顺时针方向均不存在伪尖端点 P' ，以伪尖端点 P 作为尖端点 P_T 。

[0033] 所述的 $L_d = L_w/5$ ， $L_i = 3$ 像素， $L_{th2} = 13$ 像素，其中 L_w 为种粒黄色区域轮廓线的长度。

[0034] 所述的种粒胚芽正反面检测信息的判断方法包括以下步骤：

[0035] z1: 将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理，得到二值图像，获取种粒的外形特征，种粒的外形特征包括种粒尖端点 P_T 、种粒长轴 $P_T P_c$ 、种粒短轴 $P_a P_b$ 、白色区域轮廓线和种粒外接矩形 $R_a R_b R_c R_d$ ，所述的种粒尖端点 P_T 位于种粒外接矩形的 $R_a R_b$ 线上；

[0036] z2: 设 $P_T R_d$ 、 $P_T P_c$ 线上的白色胚芽像素数为 n_1 和 n_2 ， $P_T P_c$ 与白色区域轮廓线的交点为 P_N ，则对胚芽正反面进行两步判定检测，其第一步判定为：当 $0.6 < P_T P_N / P_T P_c < 1$ 时，则判定胚芽面朝上；当 $P_T P_N / P_T P_c \leq 0.6$ 时，进行第二步判定；

[0037] 第二步判定检测为：当 $0.47 \leq P_T P_N / P_T P_c \leq 0.6$ 时，其 $n_1/n_2 < 0.8$ ，则仍判定胚芽面朝上；当 $0.47 \leq P_T P_N / P_T P_c \leq 0.6$ 时，其 $n_1/n_2 \leq 0.8$ 时，则判定胚芽面朝下；当 $P_T P_N / P_T P_c \leq 0.47$ 时，则判定胚芽面朝下。

[0038] 所述的种粒粘连的检测信息的检测方法为：

[0039] s1: 确定种粒几何特性，选取种粒样本，测量其长度和宽度的几何尺寸的极限值，其长限值采用取大舍小方式，得出长度上限值 $L_{1\max}$ 和宽度上限值 $L_{w\max}$ ；

[0040] s2: 将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理，得到二值图像，获取种粒的外形特征，追踪二值图像中所有种粒的轮廓线，并找到距离定位凹槽最近的目标轮廓线，确定该目标轮廓线的外接矩形，设该外接矩形的长度为 L_x 和宽度为 L_y ；

[0041] s3: 检测判定：如 $L_x > L_{1\max}$ 或 $L_y > L_{w\max}$ ，则判定为种粒粘连，并以该定位凹槽区域作为处理区域，追踪该区域内的种粒轮廓线，将轮廓中心点设定为首粒种粒形心。

[0042] 采用上述技术方案，所取得的有益效果是：

[0043] 本发明整体结构设计合理、紧凑，结合玉米种粒的品种结构进行分析，从而合理调整设备的结构特征和图像采集与处理软件部分的判定特征，使得其能够准确检测种粒的胚芽正反面和尖端朝向，并根据检测信息，精确调整种粒朝向，实现定向，同时根据胚芽正反面的不同，将定向种粒定位分放在不同的固定工位上，最终完成种粒的定向定位摆放。

[0044] 本发明通过对调向分面摆放装置的结构设计,使得其能够实现自动化精准定位,根据胚面朝向不同,完成对玉米种粒的定向摆放,从而为后期的玉米种粒的排列包装以及定向播种提供条件,为实现玉米机械化、自动化定向播种提供解决途径。

附图说明

[0045] 图1为本发明的结构示意图。

[0046] 图2为排种器的结构示意图。

[0047] 图3为导向定位管的结构示意图。

[0048] 图4为缓冲限位舌片与定位圆管的安装位置结构示意图。

[0049] 图5为调向分面摆放装置的结构示意图。

[0050] 图6为真空吸盘组件的结构示意图。

[0051] 图7为正常玉米种粒的外形特征示意图。

[0052] 图8为尖端露黑色胚部的玉米种粒的外形特征示意图。

[0053] 图9为胚芽朝上的玉米种粒的外形特征示意图。

[0054] 图10为胚芽朝下的玉米种粒的外形特征示意图。

[0055] 图中序号:1为支撑架、2为输送装置、3为喂料装置、4为图像采集处理单元、5为调节置位机构、6为调向分面摆放装置、7为控制系统、8为支撑台架、9为分面步进电机、10为旋转中心轴、11为开口滑动轴承、12为分面旋转臂、13为单轴调向步进电机、14为调节杆、15为导向轴套、16为滚动轴承、17为伸缩弹簧、18为键槽、19为平键、20为垂直固定支架、21为升降气缸、22为中间定位板、23为定位凹槽、24为光电检测开关、25为单向电磁阀、26为微型真空泵、27为竖直导轨、28为横向导轨梁、29为置位气缸、30为滑块、31为线性导轨、32为输送皮带、33为底座、34为分粒排种器、35为导向定位管、36为储种箱、37为排种电机、38为梯形引导斜槽、39为定位圆管、40为缓冲限位舌片、41为U型导向板、42为扇形罩、43为安装架、44为刚性联轴器结构、45为支撑圆环、46为螺纹管、47为定位螺母、48为气吸管接头、49为吸气嘴、50为真空吸盘、51为环形挡板、52为卡簧、53为定位轴套、54为滚轮、55为鸭嘴定嘴板、56为鸭嘴动嘴板、57为齿轮、58为动嘴单侧翼板。

具体实施方式

[0056] 以下结合附图对本发明的具体实施方式做详细说明。

[0057] 参见图1-图10,一种定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置,其包括喂料装置、输送装置、图像采集处理装置以及调向分面摆放装置,结构如图1所示。其中,喂料装置包括储种箱、分粒排种器、导向定位管、排种电机和底座,排种器采用较成熟的强制夹持式玉米精量排种器,在排种器下种管套接输种管一端,输种管另一端套接储种箱底部出种口,排种电机驱动排种器的齿轮转动,排种器下部的滚轮固定于排种器一侧下方,保证排种器旋转时滚轮作用于动嘴单侧翼板,使得鸭嘴定嘴板和鸭嘴动嘴板张开,喂出种粒。导向定位管固定于滚轮和排种器下方,保证种粒从鸭嘴中滑出后,顺利落入导向定位管入种口,其结构如图2所示。

[0058] 输送装置包括黑色输送皮带、主动滚筒、从动滚筒、轴承、轴承座、输送步进电机和支撑架,由输送步进电机驱动,种粒经过导向定位之后喂至输送带上,并随同输送带进入后

续各个工作区。图像采集处理装置包括图像采集处理单元和调节置位机构,图像采集处理单元主要用于种粒图像的采集以及种粒胚芽正反面、尖端朝向和形心位置的判断,其图像处理采用台式计算机;调节置位机构包括设置在支撑架上的两组竖直导轨、匹配滑动设置在每组竖直导轨上的横向导轨梁、分别设置在两横向导轨梁上的置位气缸和滑块、匹配滑动设置在滑块上并与置位气缸连接的线性导轨,所述的图像采集处理单元固定设置在线性导轨的端部。所述的图像采集处理单元包括光源箱、设置在光源箱内的相机和布设在相机两侧的两组光源,光源箱底面开口,图像采集背景为底部黑色输送带,置位气缸固定于横向导轨梁上,滑块固定于横向导轨梁上,置位气缸顶杆末端与线性导轨一端固接,图像采集单元固定于线性导轨另一端,可随同顶杆沿输送方向伸出(置位,进入图像采集区域)、缩回(复位,退出图像采集区域)。图像采集处理单元的相机位于光源箱上部中央,镜头光轴与输送带垂直,两组光源固定于光源箱内部顶端,且对称分布于相机左右两侧。凹型定位槽将输送过来的种粒定位在凹槽底部(即定序工位处),槽板表面涂有反光率低的黑漆,黑色的槽板和输送带构成图像采集背景,相机置位后,定序工位恰好处于图像采集区域中心。调向分面摆放装置包括气吸嘴、调向杆、单轴调向步进电机、分面旋转臂、分面步进电机和升降气缸,是实现种粒定向定位摆放的直接执行部件,为本装置最核心的部件。本发明定向播种用的玉米种粒定向定位摆放装置的工作原理是:

[0059] 装置启动后,储种箱内的玉米种粒在重力的作用下源源不断地填充排种器内部的种子室,随着排种器的匀速旋转,滚轮顺次打开各个鸭嘴,种粒先后喂出,落入导向定位管,通过导向定位之后,喂至输送带的同一输送起点。输送装置采取周期性间歇输送模式,每个周期分为停止和运行两个阶段。种粒在停止阶段喂入输送带,每经过一次运行阶段,随同输送带前行固定距离,由此种粒等间隔地均匀分布于输送带上,并随同进入后续工位。当种粒输送至定序工位处时,相机(初始时置位)采集并上传种粒图像。采图结束后,置位气缸复位,相机退出图像采集区域,同时PC机完成种粒胚芽方向(胚芽正反面和尖端朝向)和形心位置的检测判断。随后,调向分面摆放装置进入定序工位处,吸取到位种粒,并根据其尖端朝向,旋转调整,使之朝向一致,同时根据胚芽正、反面,将定向种粒定位分放于输送装置左、右两侧不同的固定摆放工位上,并在摆放结束前,置位相机。至此,当前周期的定向定位摆放工作全部完成。

[0060] 对于导向定位管的结构,其主要包括梯形导引斜槽、扇形罩、塑料定位圆管、缓冲限位舌片、U型导向板和安装架,结构如图3和图4所示。排种器匀速旋转定时喂出的种粒,顺着梯形导引斜槽滑入塑料定位圆管,落至内部缓冲定位舌片之上后,顺着缓冲限位舌片方向滑入塑料定位圆管后侧壁底部的输送带上,实现种粒的导向定位。

[0061] 调向分面摆放装置的结构如图5-图7所示,其所有零部件固定于支撑台架上,支撑台架固定于输送装置上,支撑台架两侧底部垫有隔离片,将其与输送装置隔离开来。分面步进电机固定于支撑台架底部,轴朝上,通过联轴器与旋转中心轴同轴连接。导向轴套固定于支撑台架上部,与支撑台架顶部圆孔同轴。滚动轴承位于导向轴套内部,旋转中心轴从滚动轴承内部穿过,滚动轴承通过底部的卡簧固定于旋转中心轴上。轴套内部、滚动轴承上部的旋转中心轴上凸起一环形挡板,伸缩弹簧从旋转中心轴上端套入,置于环形挡板之上,呈自然伸缩状态。开口滑动轴承穿过旋转中心轴,放置于伸缩弹簧之上。分面旋转臂的一端设置有定位轴套,定位轴套套于开口滑动轴承外部,上下两个卡簧使其固定。旋转中心轴上端设

置有键槽,通过平键传递扭矩,平键的一端紧固于分面旋转臂之上,另一端通过滑动轴承的开口处插入键槽,平键、滚动轴承与键槽紧密配合,保证分面旋转臂随同分面电机同步转动。分面旋转臂的自由端上部固定有单轴调向步进电机,单轴调向步进电机的电机轴垂直向下,无干涉穿过分面旋转臂,调向杆上端设计为刚性半联轴器形式,通过螺栓完成其与单轴调向步进电机的电机轴的联接并传递扭矩。调向杆中段为一敞开式的直杆,其截面呈半圆环形态,其底部顺沿一小段支撑圆环,支撑圆环圆环中间为螺纹孔,螺纹孔内设置有螺纹管,通过双定位螺母将螺纹管固定于该螺纹孔内。螺纹管上端连接气吸管接头,通气管道通过该接头接入,其下端连接气吸嘴,微型真空吸盘套在气吸嘴下部,通气口朝下。从而真空吸盘可随同单轴调向步进电机同步转动。与旋转中心轴对应的分面旋转臂的端部固定设置有垂直固定支架,垂直固定支架上固定设置有升降气缸,升降气缸的动作端与旋转中心轴同轴固定连接;通过垂直固定支架,双作用升降气缸的活塞杆紧固于旋转中心轴顶端,缸筒紧固于分面旋转臂之上,可推动分面旋转臂上抬或下放。气吸通断用的单向电磁阀;用于左侧定位的光电开关,通过左侧固定支架安装于台架左侧;微型真空泵和用于右侧定位的光电开关,通过右侧固定支架安装于台架右侧;用于中间定位的光电开关,通过中间固定支架安装于台架前侧中央。中间、左侧、右侧光电开关分别用于定位旋转臂是否已到达凹槽正中间、左侧和右侧摆放工位处。

[0062] 工作前,分面旋转臂位于左侧光电信号处。当图像采集处理装置完成了定序工位处合格种粒的胚芽正反面、尖端朝向和形心位置的检测判断后,相机复位退出图像采集区域,调向分面摆放工作开始。首先,分面步进电机驱动分面旋转臂右旋,至检测到中间光电信号,完成初步定位,再结合种粒形心位置检测信息,据其偏移中间光电信号的距离微调旋转角,至吸盘定位至种粒正上方,实现精确定位。然后微型真空泵系统启动,并开启升降气缸推动旋转臂垂直下行,吸盘贴近并吸住种粒后,随升降气缸一同上行回缩。随后,根据胚芽正反面检测信息,驱动旋转臂旋转,进行分面定位:胚芽面朝上,则左旋转定位,将种粒分放于左侧摆放工位;反之,则右旋转定位,分放于右侧摆放工位。本申请设置垂直输送方向朝右为种粒目标朝向,分面定位的同时,结合尖端朝向检测信息,确定调向角度和旋转方向,启动单轴调向步进电机旋转调向,使之朝向目标方位。由于旋转分面使种粒的方向角产生了附加变化,为此在调向时需予以纠正。分面定位和调向完毕后,升降气缸推动吸盘下行到位,气吸系统关闭,吸盘放下定向定位后的种粒,随后升降气缸上行归位,相机置位,至此本周周期定向定位摆放工作全部完成。以上针对排种器单次喂出单粒种子的情况。

[0063] 若排种器单次喂出多粒,且在抵达定序工位处时,第1粒与后续种粒发生“粘连”,则排种器和输送装置立即停止工作,而调向分面摆放装置照常运行,只是在上述分面定位的中途就关闭气吸系统丢弃该种粒,随后临时启动输送装置,至第2粒抵达定序工位处后,停止输送,此时若依旧存在“粘连”现象,则同样中途予以丢弃,如此重复,直至检测到定序工位处种粒不与后续种粒发生“粘连”时,则按常完成定向定位摆放,随后统计输送装置临时前行总距离,并判断是否为 L_0 的整数倍,若不是,则启动输送装置至达到 L_0 的整数倍为止,随后各部分装置恢复正常,接着停止前的状态继续运行。

[0064] 本装置的控制系統包括上位机图像采集与处理系統和下位机动力控制系统两部分。

[0065] A、上位机图像采集与处理系統:

[0066] 上位机图像采集与处理系统,进行定序工位处合格种粒的胚芽正反面、尖端朝向角和形心位置的图像检测,并将检测结果实时地串行通信给下位机动力控制系统,同时保存于本地数据库中。主要包括台式计算机、相机、组合光源和光源箱。图像处理选用配置 Intel (R) Core (TM) i3-3240CPU、主频3.40GHz、内存8GB的台式计算机。相机选用德国Basler公司生产的Basler A602fc高速彩色工业数字摄像机,最大分辨率为 651×496 ,最大帧率为100帧/s,焦距为8mm,视角为 40° ,图像输出接口为IEEE1394,安装时,镜头光轴距输送带高度为93mm,采图大小为 640×480 像素,实际范围为 $83\text{mm} \times 62\text{mm}$,图像Y方向与输送方向一致。光源选用2个1W的组合光源,每组光源由3个白光LED均匀排成一行,两组光源对称固定于相机两侧。

[0067] 一般种粒外形特征如图7所示,主要包括尖端点 P_T 、种粒形心 P_0 、长轴 $P_T P_C$ 、短轴 $P_A P_B$ 、轮廓线 $P_T P_B P_C P_A$ 、长轴方向外接矩形 $R_A R_B R_C R_D$ 、长轴上白色胚像素长 $P_T P_N$ (胚芽面朝下时)或者 $P_T P_P$ (胚芽面朝上时)。设种粒黄色区域轮廓线长度为 L_w ,黄色区域形心为 P_y 。

[0068] 其中,所述的种粒尖端朝向信息的判断方法包括以下步骤:

[0069] x1:将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理,得到二值图像,获取种粒的外形特征,进而判断种粒尖端点 P_T 是否需要修正;

[0070] x2:当种粒尖端点 P_T 判定明晰时,获取到的种粒外形特征:种粒尖端点 P_T 和种粒形心 P_0 ,则 $P_T P_0$ 线偏离X轴的角度即为种粒尖端朝向;

[0071] x3:当种粒尖端平坦或露出黑色胚部,如图8所示,导致种粒白色区域出现两个伪尖端点 P 和 P' ,需进行种粒尖端点修正,根据获取到的种粒外形特征的黄色区域形心 P_y ,则在白色区域轮廓线上距离黄色区域形心 P_y 最远的点即为其中一个伪尖端点,设该伪尖端点为伪尖端点 P ;

[0072] x4:在白色区域轮廓线上,由伪尖端点 P 起沿顺时针方向间隔5个像素点后,建立新起点,并由该新起点起,顺时针在白色区域轮廓线选取长度 $L_d = L_w/5$ 的待测轮廓线,在该段待测轮廓线上分别计算与黄色区域形心 P_y 距离最大的5个连续轮廓点 $P_1, P_2, \dots, P_i$,设 P_i 与 P_y 的像素距离为 L_i ,记多个连续轮廓点之间的白色区域轮廓线上的中点为 P_e ,其中, P_e 与 P 沿白色区域轮廓线的最短距离为 L_{ep} , i 为正整数; L_d 满足其长度大于白色区域轮廓线的长度的一半,且伪尖端点 P 不在待测轮廓线;

[0073] x5:如满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$,且 $L_{th2} \leq L_{ep} < L_d$,则判定顺时针方向存在另一个伪尖端点,即 $P' = P_e$;

[0074] 如不满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$,且 $L_{th2} \leq L_{ep} < L_d$,则在x4步骤中以逆时针方向,以同样的方式寻找多个连续轮廓点 P_i 之间的白色区域轮廓线上的中点 P_e' ,如逆时针方向上的中点 P_e' 满足 $|L_i - L_{\max}| \leq L_{th1}$,且 $L_{th2} \leq L_{e'p} < L_d$,则判定逆时针方向存在另一伪尖端点,即 $P' = P_e'$;

[0075] 其中, $L_{\max}$ 为 P 与 P_y 的像素距离, L_{th1} 取值足够小,进而保证 L_i 趋近等于 $L_{\max}$, L_{th2} 取值足够大,进而保证 P_e 和 P 不在种粒的同侧,其 $L_i = 3$ 像素, $L_{th2} = 14$ 像素;

[0076] x6:如在逆时针方向或顺时针方向存在伪尖端点 P' ,则将伪尖端点 P 和 P' 之间的白色区域轮廓线中点作为尖端点 P_T ;如在逆时针方向或顺时针方向均不存在伪尖端点 P' ,以伪尖端点 P 作为尖端点 P_T 。

[0077] 关于修正胚芽正反面判断方法,其种粒胚芽正反面检测信息的判断方法包括以下

步骤:

[0078] z1:将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理,得到二值图像,获取种粒的外形特征,如图9、图10所示,种粒的外形特征包括种粒尖端点 P_T 、种粒长轴 P_TP_C 、种粒短轴 P_aP_b 、白色区域轮廓线和种粒外接矩形 $R_aR_bR_cR_d$,所述的种粒尖端点 P_T 位于种粒外接矩形的 R_aR_b 线上;

[0079] z2:设 P_TR_d 、 P_TP_C 线上的白色胚芽像素数为 n_1 和 n_2 , P_TP_C 与白色区域轮廓线的交点为 P_N ,则对胚芽正反面进行两步判定检测,其第一步判定为:当 $0.6 < P_TP_N/P_TP_C < 1$ 时,则判定胚芽面朝上;当 $P_TP_N/P_TP_C \leq 0.6$ 时,进行第二步判定;

[0080] 第二步判定检测为:当 $0.47 \leq P_TP_N/P_TP_C \leq 0.6$ 时,其 $n_1/n_2 < 0.8$,则仍判定胚芽面朝上;当 $0.47 \leq P_TP_N/P_TP_C \leq 0.6$ 时,其 $n_1/n_2 \leq 0.8$ 时,则判定胚芽面朝下;当 $P_TP_N/P_TP_C \leq 0.47$ 时,则判定胚芽面朝下。

[0081] 对于种粒粘连的检测信息的检测方法为:

[0082] s1:确定种粒几何特性,选取种粒样本,测量其长度和宽度的几何尺寸的极限值,其长限值采用取大舍小方式,得出长度上限值 L_{1max} 和宽度上限值 L_{wmax} ;

[0083] s2:将采集到的种粒图像信息进行二值化预处理,得到二值图像,获取种粒的外形特征,追踪二值图像中所有种粒的轮廓线,并找到距离定位凹槽最近的目标轮廓线,确定该目标轮廓线的外接矩形,设该外界矩形的长度为 L_x 和宽度为 L_y ;

[0084] s3:检测判定:如 $L_x > L_{1max}$ 或 $L_y > L_{wmax}$,则判定为种粒粘连,并以该定位凹槽区域作为处理区域,追踪该区域内的种粒轮廓线,将轮廓中心点设定为首粒种粒形心。

[0085] B、上位机图像采集与处理系统下位机动力控制系统

[0086] 控制系统根据图像检测结果,实现对装置中运动机构的有序控制,其硬件主要包括1台PLC控制器、4套步进电机及其驱动器(排种、输送、分面、调向各1套)、4组继电器和电磁阀(气吹、升降、相机置复位、气吸各1组)、2个气缸(升降、相机置复位各1个)、3个光电开关(旋转臂中间、左侧和右侧旋转定位)、2套气动系统(1套为气吹、升降、相机置复位用的空压气源系统,另1套为气吸用的微型真空泵系统)以及一套5v/12v/24v的电源系统。另外,还包括1个通断微型真空泵电源的继电器。

[0087] 在本申请中,其对装置的试验运行状态进行如下设置:

[0088] ①设置排种器的转速为0.5次/s,即2s喂种一次,则各部分装置运行周期 T 为2s。

[0089] ②输送皮带宽度为120mm,厚度为2mm,滚筒直径为48mm。设置输送带单周期运行距离为80mm,输送电机采用3200细分,采取加减速运行方式,设定目标频率为5876Hz,加减速时间均为194ms,单周期中运行时间为460ms,间歇时间为1540ms。测得,种粒在无外物干扰下不发生相对滑动。

[0090] ③单轴分面调向电机采取3200细分,测得从右侧、左侧光电开关处旋转至中间光电开关处,分别需要712个和699个脉冲,若设右侧、左侧光电开关与中间光电开关所夹圆心角分别为 θ_{10} 、 θ_{11} ,则左分面时,需调向角右增 θ_{11} ,右分列时,需左增 θ_{10} ,则计算得 $\theta_{10} \approx 80^\circ$, $\theta_{11} \approx 78^\circ$,由于升降过程中的轻微震动会略微改变旋转臂先前的定位状态,产生定位偏差,测得该偏差在 2° (对应18个脉冲)以内,因此初步定位时,采取先加减速快速减小偏移量再缓慢匀速到达定位点的方式:右旋转定位时,先加减速运行694个脉冲,设定目标频率为2000Hz,加减速时间为270ms,然后以200Hz的频率运行至右侧光电信号处;左旋转定位时,

加减速运行671个脉冲,其他设置同右旋转定位。旋转臂精确定位时,设定运行频率为200Hz。调向电机采取1200细分,运行频率为4800Hz。实验测试表明,采取上述措施后,旋转臂的定位弧长偏差可控制在3mm 的范围内,从而满足玉米种粒定向定位摆放的要求。

[0091] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求的保护范围由所附的权利要求书及其等同物界定。

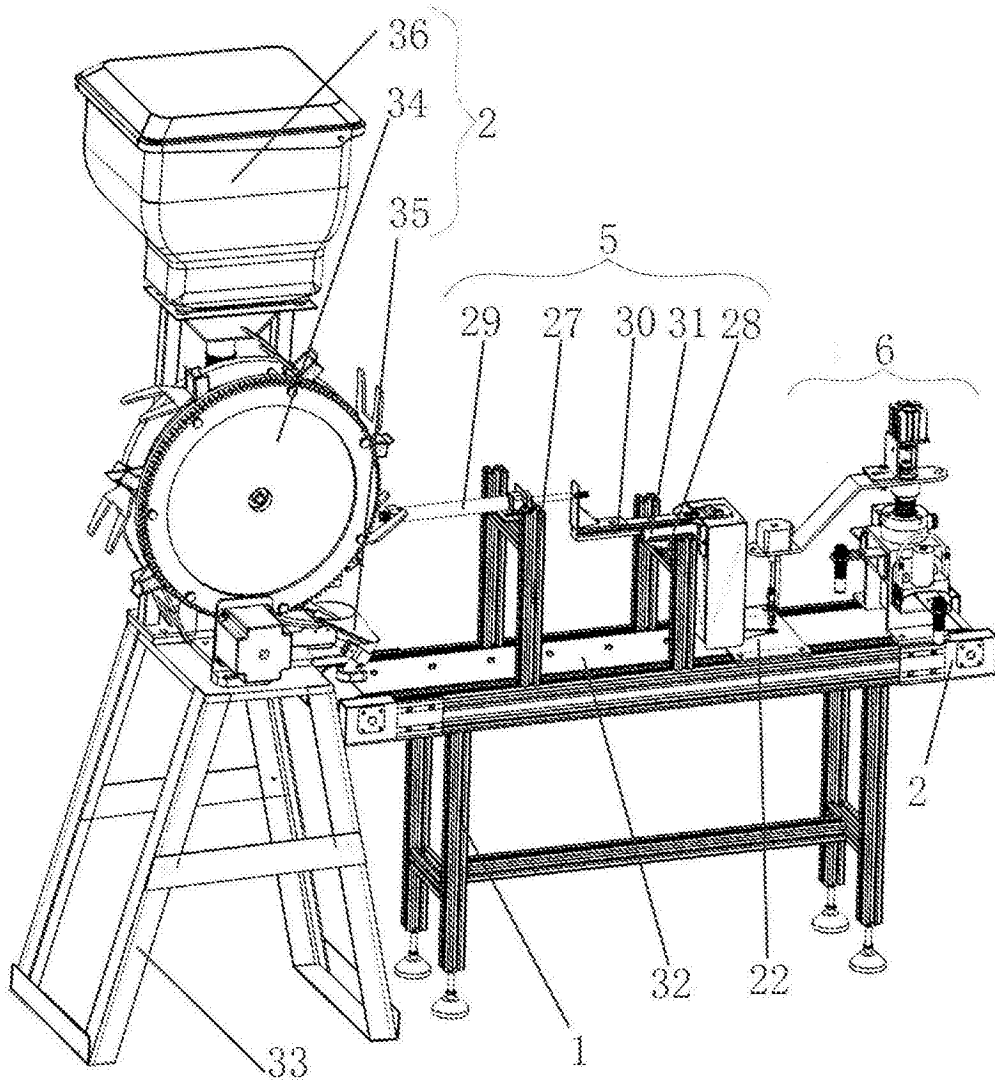


图1

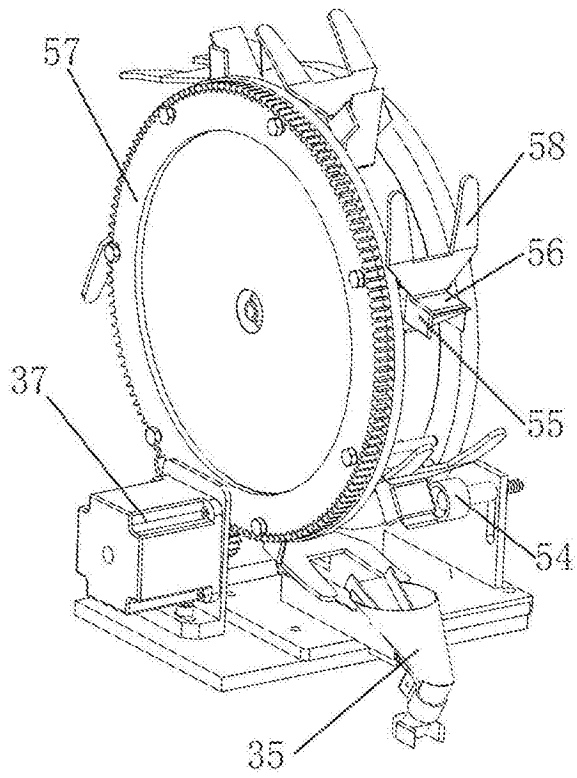


图2

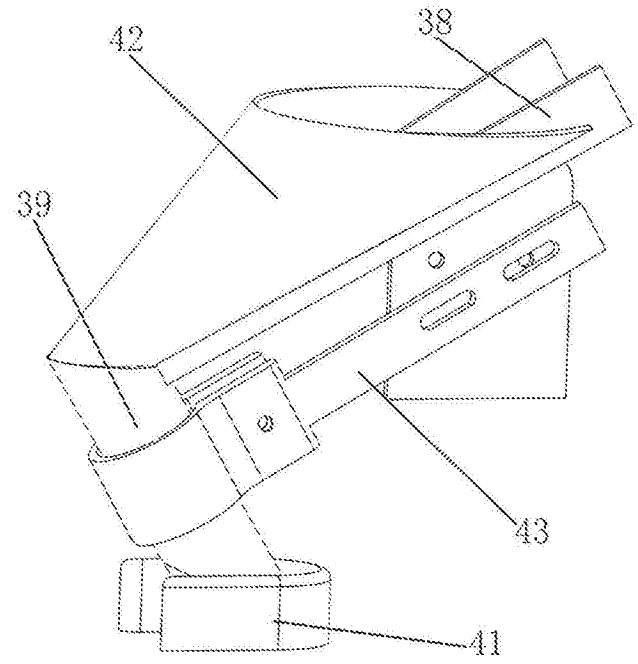


图3

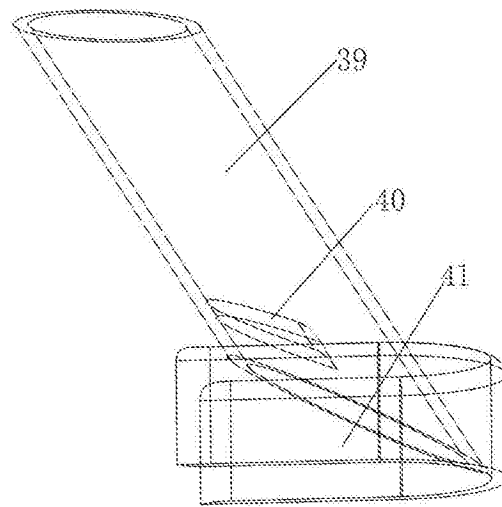


图4

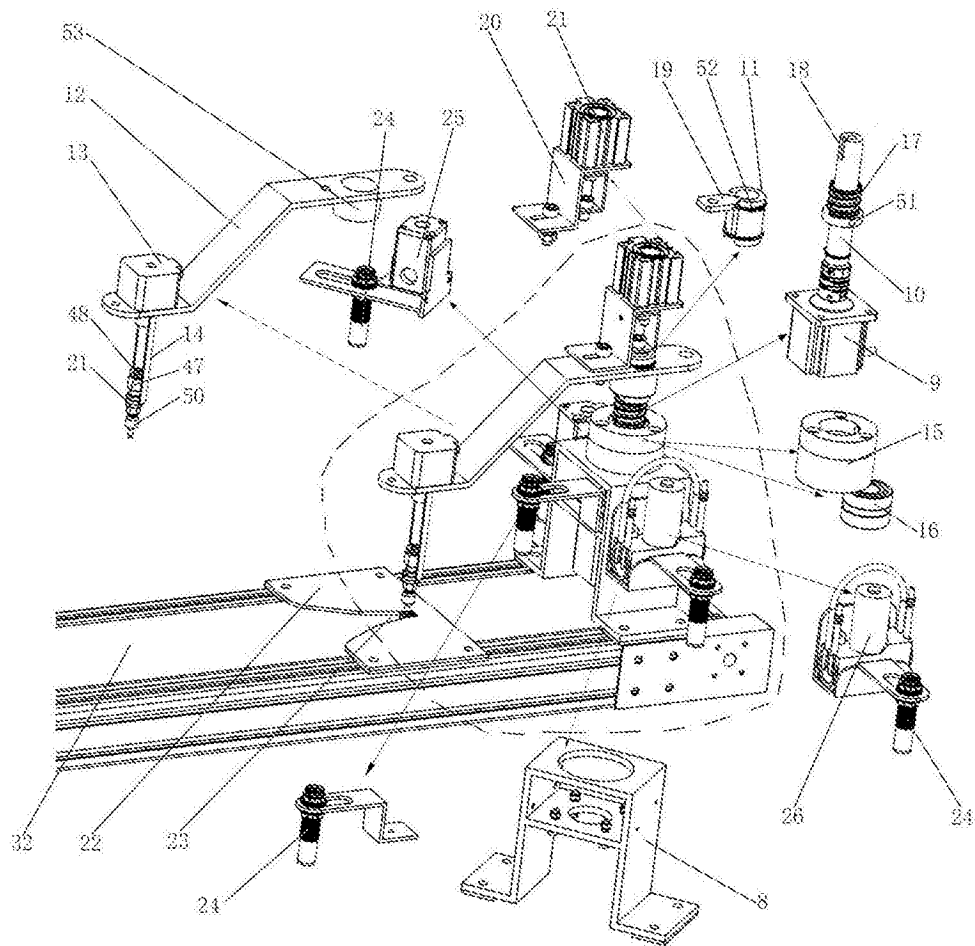


图5

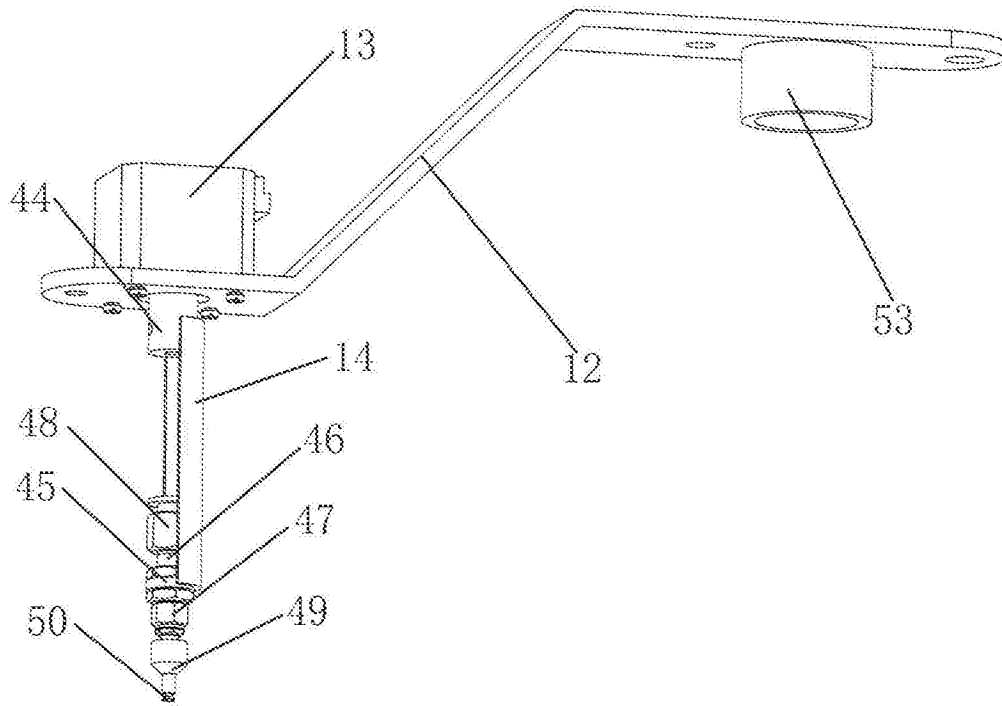


图6

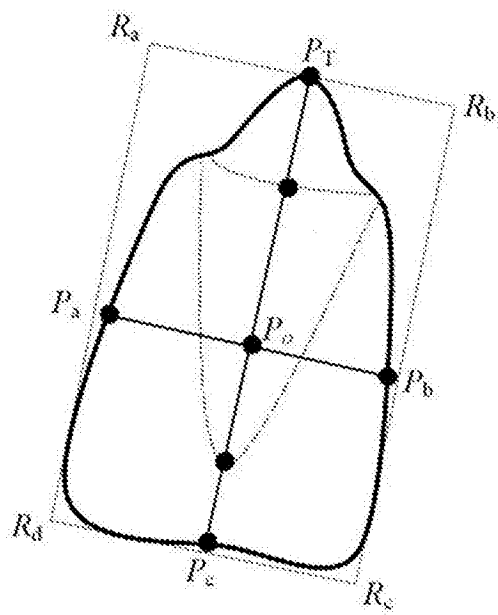


图7

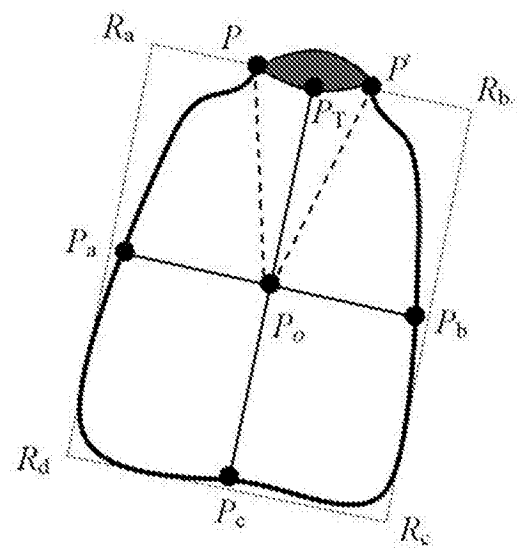


图8

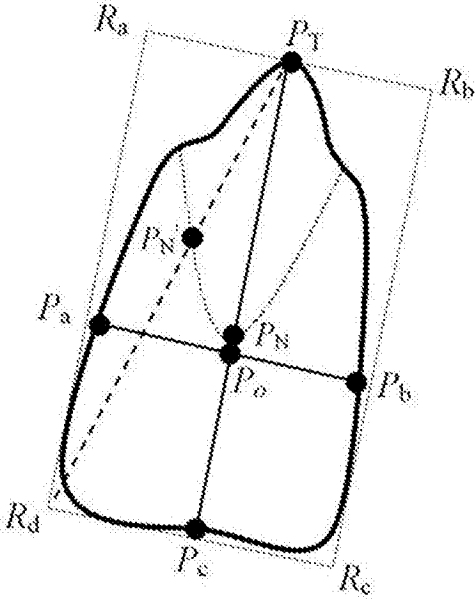


图9

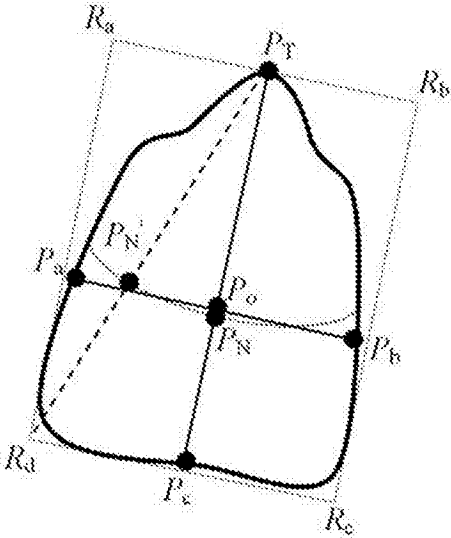


图10