



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112789976 B

(45) 授权公告日 2022.04.12

(21) 申请号 202011643036.3

(22) 申请日 2020.12.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112789976 A

(43) 申请公布日 2021.05.14

(73) 专利权人 华南农业大学

地址 510530 广东省广州市天河区五山路  
483号

专利权人 广州五山农业服务有限责任公司

(72) 发明人 周志艳 刘威 徐学浪 邹帅帅  
罗锡文 顾庆宇 何伟灼 黄俊浩  
林键沁 周子滨

(74) 专利代理机构 广州润禾知识产权代理事务  
所(普通合伙) 44446

代理人 林伟斌

(51) Int. Cl.

A01C 7/18 (2006.01)

A01C 7/20 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110077598 A, 2019.08.02

CN 211123767 U, 2020.07.28

CN 106416530 A, 2017.02.22

CN 108715225 A, 2018.10.30

CN 110754177 A, 2020.02.07

CN 210338297 U, 2020.04.17

CN 111674550 A, 2020.09.18

CN 207631497 U, 2018.07.20

GB 315998 A, 1929.08.01

KR 20170126274 A, 2017.11.17

宋灿灿等. 农业物料撒播技术在无人直升机  
中应用的思考.《农机化研究》.2018, (第09期),  
第7-15页.

张永亮等. 气液压弹射动力学影响参数分  
析.《四川兵工学报》.2015, (第01期), 第61-64  
页.

审查员 张宇婷

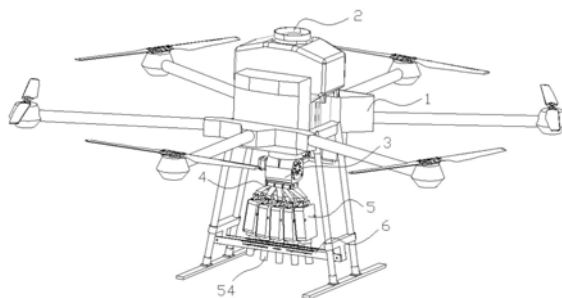
权利要求书3页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

一种排射式播种方法及应用该方法的排射  
式播种无人机

(57) 摘要

本发明涉及农业航空技术领域,具体地,涉  
及一种排射式播种方法及应用该方法的排射式  
播种无人机,用于解决现有技术采用无人机播种  
存在易受旋翼风等外部气流干扰、播种不精确、  
不能较好实现成行成穴的播种要求的问题;本发  
明提供了一种排射式播种无人机的播种方法,其  
步骤为:标定参数、集中供种、分种器分种和排射  
式播种;本发明还提供了应用于该排射式播种方  
法的排射式播种无人机。



1. 一种排射式播种方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1: 标定参数: 标定并存储排射式播种控制参数;

S2: 集中供种: 播种时, 种子从种箱进入排种器, 通过排种器控制种子的排量;

S3: 分种器分种: 排种器排出的种子被分为多份, 并通过分种器引导分散至各个点射播种模块;

S4: 排射式播种: 种子进入各个点射播种模块内, 采用点射式播种方法分别进行单粒排队后并加速, 按照预设的排射式播种控制参数, 各个点射播种模块内的种子经加速后被高速射向预想的地面落点位置;

在步骤S4中, 所述点射式播种方法的步骤包括:

A1: 点射式播种参数标定: 根据准备充入种子的尺寸及流动性标定适宜的充种流量、出种头的孔径及振动激振力, 形成振动排队出种和破拱振动电机的控制参数, 并存储;

A2: 振动排队出种: 向锥筒充入种子, 控制锥筒振动, 种子受振动作用和锥筒限制而从出种头逐粒排出; 当检测到出现结拱堵塞时, 按照步骤A1确定的破拱振动电机的控制参数振动至结拱堵塞被清除; 结拱堵塞判定标准为: 规定时间内未检测到出种脉冲, 判定为结拱堵塞;

A3: 摩擦加速: 下落种子经过两个位置相对运行方向相反的摩擦轮之间的缝隙, 缝隙的尺寸根据种子的尺寸自适应调整, 摩擦轮与下落种子两侧挤压, 并通过摩擦轮的摩擦转动, 使下落的种子两侧产生与预设射出方向相同的摩擦力, 令种子获得与摩擦力相应的加速度高速排出, 对高速排出的种子运动方向进行引导, 从而使种子精准射向预想的地面落点位置。

2. 根据权利要求1所述的排射式播种方法, 其特征在于, 在步骤S1中, 所述排射式播种标定参数由以下关系模型确定: 作业高度、射种角度与行距之间的关系模型, 点射播种模块出种频率、播种作业速度与株距之间的关系模型, 摩擦轮转速、作业高度与种子入土深度的关系模型。

3. 根据权利要求1所述的排射式播种方法, 其特征在于, 在步骤A1中, 所述振动激振力为:

$$F = A m e \omega^2$$

其中,  $F$ —振动激振力, N; 所述控制参数为:  $A$ —外部干扰系数;  $m$ —偏心块质量, kg;  $e$ —偏心块偏心距, m;  $\omega$ —振动电机转动角速度, rad/s;

所述振动激振力为1个以上振动电机所产生振动激振力的组合, 大小为 $F$ , 方向呈周期性变化, 带动锥筒内缓存种子进行振动。

4. 根据权利要求1所述的一种排射式播种方法, 其特征在于, 在步骤A2中,

A21按照步骤A1确定的排队出种振动电机的控制参数产生振动激振力控制所述锥筒振动, 实现高速排队出种;

A22检测结拱堵塞情况, 以检测锥筒内种子是否结拱堵塞, 出现结拱堵塞按A23处理, 结拱堵塞判定标准为: 规定时间内未检测到出种脉冲, 判定为结拱堵塞; 未出现结拱堵塞, 重复A21、A22;

A23振动破拱: 结拱堵塞检测系统显示结拱堵塞时, 停止充种, 按照步骤A1确定的破拱振动电机的控制参数启动破拱振动电机; 检测结拱堵塞情况, 结拱堵塞未清除, 继续按A23

处理;检测结拱堵塞已清除,关闭破拱振动电机,重复A21、A22。

5.一种应用于上述权利要求1-4任一项所述排射式播种方法的排射式播种无人机,其特征在于,包括无人机本体,设于无人机本体上的种箱、排种器、分种器、若干点射播种模块;所述排种器用于将种子按预定排量由种箱排出至分种器;所述分种器用于将种子分配并传输至对应的点射播种模块中;所述多个点射播种模块呈扇形分布,所述点射播种模块用于加速种子并将其射出;

所述点射播种模块包括:

安装板;

摩擦轮加速装置,设于所述安装板下部,用于对种子进行加速;

振动排队出种装置,设于所述安装板上部,其下方出种头与所述摩擦轮加速装置上方开口位置相对,用于逐粒向所述摩擦轮加速装置提供单粒种子;以及

导向管,设于所述安装板下部,其与所述摩擦轮加速装置下方开口位置相对,用于引导加速种子精准射到目标位置。

6.根据权利要求5所述的一种排射式播种无人机,其特征在于,所述摩擦轮加速装置包括:

加速管,设于所述安装板上,所述加速管左右两侧设有通孔;

摩擦轮,安装于所述加速管两侧,且所述摩擦轮至少一部分嵌入到所述通孔中,使所述摩擦轮在所述加速管内转动;

驱动机构,其动力输出端与所述摩擦轮连接,用于驱动所述摩擦轮转动;

自适应调节组件,设于所述安装板上,用于自适应调节两侧摩擦轮之间的间距;以及

导槽,设于所述安装板上,形状为弧形,用来限制所述自适应调节组件的转动角度,同时限制所述摩擦轮的轴向窜动。

7.根据权利要求6所述的一种排射式播种无人机,其特征在于,所述自适应调节组件包括:

弹性部件;以及

第一调节架与第二调节架,分别设于所述加速管两侧的所述安装板上,二者相对于所述加速管对称布置;所述第一调节架和第二调节架一端设有铰接孔,另一端设有卡扣和滑块;

所述第一调节架和第二调节架一端通过所述铰接孔与安装板铰接,另一端通过所述弹性部件与所述卡扣连接,且所述滑块与安装板的导槽配合;

所述驱动机构包括第一电机和第二电机,所述第一电机和所述第二电机分别与所述第一调节架和第二调节架连接,所述第一电机和所述第二电机的转动方向相反,摩擦轮分别设于所述第一电机和所述第二电机的外转子上,且所述摩擦轮与所述第一电机和所述第二电机无相对滑动。

8.根据权利要求6所述的一种排射式播种无人机,其特征在于,所述加速管上部为方形管,所述加速管下部为圆形管,且所述加速管上部左右两侧设有所述通孔;所述加速管上部的方形管与下部的圆形管的相接处为平滑过渡,所述加速管上部方形管前后两内壁各设有两个扇形凹面,所述凹面与摩擦轮间隙配合。

9.根据权利要求5所述的一种排射式播种无人机,其特征在于,所述振动排队出种装置

包括：

锥筒，用于向所述摩擦轮加速装置提供单粒种子；

出种头，安装于所述锥筒底部；

开口朝上的加种口，下部与所述锥筒连接；

振动电机组，固定于所述锥筒的外壁上，为所述锥筒提供激振力，用于排队出种和振动破拱；

固定座，设于所述锥筒与所述加种口的连接处，两端固定于所述安装板上，用于固定所述锥筒；以及

隔振部件，设于所述固定座内，用于缓冲所述锥筒对机体的振动。

10. 根据权利要求9所述的一种排射式播种无人机，其特征在于，所述锥筒顶部为大口径，底部为小口径，内壁为光滑的螺旋纹，用于引导种子沿螺旋纹向出种头运动；所述出种头可拆卸地扣接在锥筒底部，出种头的口径与A1中标定的出种头孔径一致；所述出种头下部设有结拱堵塞检测系统，种子通过结拱堵塞检测系统中心区域时产生出种脉冲，用于检测种子排队出种情况；所述振动电机组包括一个以上振动电机，按功能设为排队出种振动电机组和破拱振动电机组。

11. 根据权利要求5所述的一种排射式播种无人机，其特征在于，所述分种器与所述点射播种模块转动连接，用于调节所述点射播种模块的安装角度；分种器上端为进料口，下端为出料口；所述分种器出料口处安装有若干分流管，所述分流管与所述点射播种模块一一对应。

12. 根据权利要求5所述的一种排射式播种无人机，其特征在于，还包括角度调节机构，所述角度调节机构设于导向管下方，用于调节导向管方向。

13. 根据权利要求12所述的一种排射式播种无人机，其特征在于，所述角度调节机构包括两端固定在一起的一对夹板、设于夹板内的若干限位环；所述限位环通过滑动固定组件安装在夹板之间，所述限位环套在对应导向管上。

14. 根据权利要求13所述的一种排射式播种无人机，其特征在于，所述滑动固定组件包括设于夹板上的滑槽以及可沿滑槽滑动的螺栓；所述螺栓与限位环固定连接。

## 一种排射式播种方法及应用该方法的排射式播种无人机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及农业航空技术领域,更具体地,涉及一种排射式播种方法及应用该方法的排射式播种无人机。

### 背景技术

[0002] 近年来,无人机技术的不断进步,其飞行航线的精度和稳定性不断提升,在农业生产中的应用越来越广泛。用无人机进行播种,与地面机械相比,通过性好,可避免陷车、避免破坏田埂,且无人机播种速度快,操作简单,正逐渐被广大农民所接受,已成为一种新的播种方式,特别适合我国南方地区地块小、高差大、泥脚深的水田。

[0003] 当前,无人机播种作业以撒播为主,排种装置主要分为离心式和气力式两种。

[0004] 中国专利CN106612829A公开了一种飞机播撒装置,该装置使用离心圆盘式播撒装置,单片机控制第一电机带动甩盘旋转,控制第二电机调节出料口的闸门大小。中国专利CN208863148U公开了一种飞行器搭载的撒播装置,播撒装置包括料桶、甩料机构、下料机构及控制单元,还包括振动电机,振动电机设置在料桶上。工作时,下料机构将物料从料筒内排至甩料机构,物料在离心力作用下被撒出;振动电机带动料桶侧壁振动,使物料均匀分散,不易结拱堵塞。中国专利CN110963039A公开了一种物料撒播装置、无人机及物料撒播方法,物料撒播装置包括取料器、接料器、送料器和控制器;取料器通过取料轮将物料箱内的物料取出,接料器位于取料轮下方且与送料器连通,取料腔内的物料经接料器进入送料器并由送料器撒播。在物料撒播过程中,通过控制器控制驱动件驱动取料轮以相应的转速旋转,实现无人机对物料撒播用量的控制。中国专利CN106714545B公开了一种播撒机及农用无人机,撒播机通过减速机构同时带动搅拌机构和物料播撒机构旋转,播撒机构利用离心力将物料撒向周围。中国专利CN109665103A公开了一种播种装置及具有该装置的播种无人机,该装置包括驱动机构、转动杆和种子容器,驱动机构用以驱动转动杆转动,转动杆间接地设置有若干种子容器,种子容器的器壁上设有入料口和甩料口,种子容器随转动杆转动甩料口甩出种子实现播种。中国专利CN110077598A公开了一种播种水稻型无人机及其控制系统,从上至下依次包括无人机、种子装载桶、排种结构、分流结构,种子装载桶包括上宽下窄的梯台状主体,梯台状主体的顶部设有种子进口,底部设有种子出口,分流结构包括至少一排种子分流管组,种子分流管的种子进口端聚拢,种子出口端呈放射状扇形展开。

[0005] 中国专利CN209834007U公开了一种撒播器、撒播装置及植保设备,其中,撒播器包括取料组件、接料组件和送料组件;取料组件将物料排至接料组件内,送料组件可产生气流,并送至物料处与之混合,利用气力将物料撒播出去。中国专利CN106416530B公开了一种农用无人机挂载的物料撒播装置,该装置物料箱下使用了一个排料轮,通过调控排料电机控制器调整排料量,并在滚轮旁加装风机,采用气力将物料排出。

[0006] 上述无人机撒播作业,虽然撒播均匀性相比人工撒播有所提高,但仍存在以下不足:1) 种子从排种装置排出后,由于旋翼风的干扰,落种位置不可控,落种均匀性不够好;2) 种子落于地表,易被鸟类、鼠类取食或雨水冲刷而造成缺苗;3) 排种器易结拱堵塞;4) 采

用撒播的方式,落种杂乱无章,种子的落点很难成行成穴,作物通风透气性差易滋生病虫害,且不利于生长期的田间管理等。

[0007] 为了解决落种易受旋翼风干扰均匀性不佳、难以成行成穴的问题,中国专利CN109287211B公开了一种小麦气力加速射播装置,小麦种子经高压气流加速后射入土中,用于稻麦轮作区无秸秆覆盖情况下的小麦免耕播种作业。中国专利CN209643328U公开了一种可搭载于无人机或地面机械上且可控制落种口开合大小以及开合频率的种子直播装置,该装置利用风机对种子进行加速,以减小无人机风场影响。上述采用气力方式进行种子加速的方法,其加速能力有限,种子在下落时仍然易受风场影响,播种作业时出种口需离地面较近(通常 50cm以内)才能有效果;然而,随着飞行高度的降低,无人机的操作难度及事故率急剧上升,极易出现撞地等安全事故。

[0008] 中国专利CN211123767U公开了一种精准播种无人机,通过设置播种点位,无人机悬停至该点位时通过实时调整射种角度,利用摩擦轮将种子加速射出完成播种。该装置采用摩擦轮进行种子加速,减少了旋翼风对种子下落的干扰,但该装置存在以下不足:1)作物种类多,同一作物不同品种种子的外形尺寸存在差异,同一品种的种子尺寸和形状也很难达到相同,现有技术摩擦轮的间距也不能随着种子的外形不同进行自适应的调节,从而易造成伤种或堵塞;2)通过拨种盘的方式进行分种,播种速度受限较大,并且种子不能单粒排队进入摩擦轮容易出现卡种的问题;3)作业中,需要根据俯仰角度调节电机,达到精准播种难度较大。

[0009] 中国专利CN111516874A公开了一种农用无人飞机条播装置及控制方法,包括种箱装置、排种盘装置、驱动轴装置、左支撑装置和右支撑装置,排种盘装置包括排种盘、电磁铁、弹簧、永磁铁等零部件,工作时种子通过带有型孔的轮将种子取出,利用电磁铁、弹簧和永磁体的组合,构成弹性势能积累和释放的循环系统,利用弹力将种子弹出并进行加速。该方法虽然可以提高种子出口初速度,但加速范围有限,落种时仍然易受旋翼风场等外部风力干扰,且结构复杂,整机重量较大,对负载要求较高的无人机来说适用性不佳。

## 发明内容

[0010] 本发明旨在克服上述现有技术的至少一种缺陷(不足),提供一种排射式播种方法,达到成行成穴,精确播种的目的,且能避免种子在播种过程中出现结拱、卡种等堵塞,从而提高播种效率。

[0011] 本发明的另一目的在于提供一种应用于排射式播种方法的排射式播种无人机,该播种无人机可自适应不同种子外形尺寸的高速播种,减少旋翼等外部风场对种子下落影响,使无人机保持较高飞行高度仍能实现成行成穴的精量播种,且种子能有一定的入泥深度,在疏松土壤和水田中可实现免开沟播种。

[0012] 本发明采取的技术方案是,一种排射式播种无人机的播种方法,包括如下步骤:

[0013] S1:标定参数:标定并存储排射式播种控制参数;

[0014] S2:集中供种:播种时,种子从种箱进入排种器,通过排种器控制种子的排量;

[0015] S3:分种器分种:排种器排出的种子被分为多份,并通过分种器引导分散至各个点射播种模块;

[0016] S4:排射式播种:种子进入各个点射播种模块内,采用点射式播种方法分别进行单

粒排队后并加速,按照预设的排射式播种控制参数,各个点射播种模块内的种子经加速后被高速射向预想的地面落点位置。

[0017] 在本技术方案中,在步骤S1中,需要根据播种的农艺要求进行参数标定,标定的主要参数为:播种的行距、株距,作业高度和作业速度,以及点射播种模块出种频率、射种角度和摩擦轮转速;在步骤S2中,集中供种采用一个排种器为各个点射播种模块供种,排量应满足每个点射播种模块所需充种流量的总和;步骤S3中,分种器将排种器排出的种子平均分成多份,并引导种子充入各个点射播种模块;步骤S4中,种子进入点射播种模块进行单粒排队,提高均匀性后被加速射出,多个点射播种模块同时工作,实现排射式多行齐播作业。

[0018] 进一步地,在步骤S1中,所述排射式播种标定参数由以下关系模型确定:作业高度、射种角度与行距之间的关系模型,点射播种模块出种频率、作业速度与株距之间的关系模型,摩擦轮转速、作业高度与种子入土深度的关系模型。

[0019] 在本技术方案中,所述行距、株距和种子入土深度由农艺要求决定,为已知量;所述标定参数为:

[0020] 射种角度,种子出射方向与竖直方向的夹角,所述角度范围为 $0\sim 45^{\circ}$ ;

[0021] 作业高度,种子射出位置距离地面的高度,所述作业高度优选范围为 $1\sim 10\text{m}$ ;

[0022] 摩擦轮转速,通过调节摩擦轮转速调整种子射出速度,从而调节种子入土深度,所述摩擦轮转速优选范围为 $6000\sim 12000\text{rpm}$ ;

[0023] 作业速度,无人机飞行速度或机具前进速度,在排量一定时,可通过控制作业速度控制株距,优选作业速度范围为 $1\sim 3\text{m/s}$ ;

[0024] 所述标定参数的方法为:所述行距确定时,根据几何关系可计算出多种作业高度和射种角度的组合,根据作业环境选取合适的作业高度和射种角度;所述株距确定时,根据点射播种模块出种频率即可算出作业速度;所述种子入土深度确定时,在确定作业高度情况下,可通过调整摩擦轮转速控制种子射出速度来控制种子入土深度。

[0025] 进一步地,在步骤S4中,所述点射式播种方法的步骤包括:

[0026] A1:点射式播种参数标定:根据准备充入种子的尺寸及流动性标定适宜的充种流量、出种头的孔径及振动激振力,形成振动排队出种和破拱振动电机的控制参数,并存储。

[0027] A2:振动排队出种:向锥筒充入种子,控制锥筒振动,种子受振动作用和锥筒限制而从出种头逐粒排出;当检测到出现结拱堵塞时,按照步骤A1确定的破拱振动电机的控制参数振动至结拱堵塞被清除;结拱堵塞判定标准为:规定时间内未检测到出种脉冲,判定为结拱堵塞。

[0028] A3:摩擦加速:下落种子经过两个位置相对运行方向相反的摩擦轮之间的缝隙,缝隙的尺寸根据种子的尺寸自适应调整,摩擦轮与下落种子两侧挤压,并通过摩擦轮的摩擦转动,使下落的种子两侧产生与预设射出方向相同的摩擦力,令种子获得与摩擦力相应的加速度高速排出,对高速排出的种子运动方向进行引导,从而使种子精准射向预想的地面落点位置。

[0029] 在本技术方案中,首次作业的种子需要进行参数的标定,包括:充种流量、出种头的孔径及振动激振力,其中振动激振力包括排队出种激振力和振动破拱激振力;所述出种头孔径根据种子尺寸确定,初选孔径大小为恰好有两颗种子并行排出对应的孔径值,在标定充种流量和振动激振力后,根据振动排队出种效果进行微调;在本方案中,充种流量是指

每个点射播种模块接收的种子流量,所有点射播种模块的充种流量之和即为S2中集中供种的排量。向点射播种模块冲入物料的流量过大会引起结拱堵塞,流量过小会降低工作效率,因此充入种子的流量存在最优区间。该区间的判定方法为:在锥筒无振动作用下,物料可以顺利通过锥筒时的最大流量为该区间的最小值;在锥筒施加振动作用下,物料可以顺利通过锥筒时的最大流量为该区间的最大值,优选区间中间值作为充种流量;所述振动激振力通过电机转速调节,判定振动排队出种激振力适宜的标准为:在该出种振动激振力作用下,锥筒出口处持续存在一定量缓存种子,且种子受振动作用和出种头限制可逐粒排出。所述种子缓存量形成的原因为:锥筒底部为小径,种子进入到锥筒后,在振动和几何尺寸作用下在锥筒底部的出口处附近聚集形成缓存区,缓存区内的种子在振动作用和出种头尺寸限定下实现逐粒排出;所述破拱振动激振力的标定方法为:在该振动激振力作用下,可将锥筒内结拱堵塞的种子疏通。

[0030] 所述振动排队出种步骤具有检测结拱堵塞和自破拱功能。工作时,持续进行结拱堵塞检测,当检测到发生结拱堵塞后停止充种,启动振动破拱程序,当检测到结拱堵塞种子被清除后,恢复充种继续振动排队出种作业。

[0031] 再进一步地,在步骤A1中,所述振动激振力为:

$$[0032] \quad F = A m e \omega^2$$

[0033] 其中,F—振动激振力,N;所述控制参数为:A—外部干扰系数;m—偏心块质量,kg;e—偏心块偏心距,m; $\omega$ —振动电机转动角速度,rad/s。

[0034] 所述振动激振力为1个以上振动电机所产生振动激振力的组合,大小为F,方向呈周期性变化,带动锥筒内缓存种子进行振动。

[0035] 在本技术方案中,所述振动激振力包含振动排队出种激振力和振动破拱激振力,激振力的大小可由振动电机转速控制,且振动排队出种激振力和振动破拱激振力可由至少一个振动电机提供。

[0036] 再进一步地,在步骤A2中;

[0037] A21按照步骤A1确定的排队出种振动电机的控制参数产生振动激振力控制所述锥筒振动,实现高速排队出种;

[0038] A22检测结拱堵塞情况,以检测锥筒内种子是否结拱堵塞,出现结拱堵塞按A23处理,结拱堵塞判定标准为:规定时间内未检测到出种脉冲,判定为结拱堵塞;未出现结拱堵塞,重复A21、A22;

[0039] A23振动破拱:结拱堵塞检测系统显示结拱堵塞时,停止充种,按照步骤A1确定的破拱振动电机的控制参数启动破拱振动电机;检测结拱堵塞情况,结拱堵塞未清除,继续按A23处理;检测结拱堵塞已清除,关闭破拱振动电机,重复A21、A22。

[0040] 在本技术方案中,按A1标定的参数运行,进行振动排队出种作业,且所述振动排队出种步骤具有检测结拱堵塞和自破拱功能。工作时,持续进行结拱堵塞检测,当检测到发生结拱堵塞后停止充种,启动振动破拱程序,当检测到结拱堵塞种子被清除后,恢复充种继续振动排队出种作业。

[0041] 本发明还提供了一种可应用于上述排射式播种方法的播种无人机,其特征在于,包括无人机本体,设于无人机本体上的种箱、排种器、分种器、若干点射播种模块;所述排种器用于将种子按预定排量由种箱排出至分种器;所述分种器用于将种子分配并传输至对应



的点射播种模块中;所述多个点射播种模块呈扇形并排分布,所述点射播种模块用于加速种子并将其射出。

[0042] 在本技术方案中,存储于种箱内的种子,经排种器排出至分种器内,分种器将种子均分为多份并输送至对应的点射播种模块中,点射播种模块可对种子进行加速后再射出,使种子具有较快初速度,减少旋翼风场等外部风力的影响,可进入土壤表层内,入泥一定深度,避免种子落于地表而被鸟类、鼠类取食或雨水冲刷而造成缺苗;另外,多个点射播种模块呈扇形并排分布,该种成排射种的方式可有效减小空间占用,更适合无人机挂载,种子射出后以多条种子流的形态按预定行距、株距分散并排射向地表;通过对点射播种模块的射种角度调节以及摩擦轮转速的调节,可以实现不同行距、株距的成行成穴精量播种。

[0043] 进一步地,所述点射播种模块包括:

[0044] 安装板;

[0045] 摩擦轮加速装置,设于所述安装板下部,用于对种子进行加速;

[0046] 振动排队出种装置,设于所述安装板上部,其下方出种头与所述摩擦轮加速装置上方开口位置相对,用于逐粒向所述摩擦轮加速装置提供单粒种子;

[0047] 以及导向管,设于所述安装板下部,其与所述摩擦轮加速装置下方开口位置相对,用于引导加速种子精准射到目标位置。

[0048] 在本技术方案中,所述的点射式排种装置利用振动实现种子均匀地逐粒排种,排出的种子获得一定动能并掉落到所述摩擦轮加速装置,其利用摩擦轮的高速旋转对种子进行加速,并且能够对不同尺寸和形状的种子加速,通过所述摩擦轮加速装置的种子获得一定大小的速度排出,进入所述导向管内运行一段距离后射出,该装置实现了模块化安装,结构简单,使得日常操作和维护清理更加方便,运行功率更小,还可实现高速播种,能应用于大田作业,保证其实时性和高效性。

[0049] 进一步地,所述摩擦轮加速装置包括:

[0050] 加速管,设于所述安装板上,所述加速管左右两侧设有通孔;

[0051] 摩擦轮,安装于所述加速管两侧,且所述摩擦轮至少一部分嵌入到所述通孔中,使所述摩擦轮在所述加速管内转动;

[0052] 驱动机构,其动力输出端与所述摩擦轮连接,用于驱动所述摩擦轮转动;

[0053] 自适应调节组件,设于所述安装板上,用于自适应调节两侧摩擦轮之间的间距;

[0054] 以及导槽,设于所述安装板上,形状为弧形,用来限制所述自适应调节组件的转动角度,同时限制所述摩擦轮的轴向窜动。

[0055] 在本技术方案中,利用摩擦轮对丸粒化种子进行加速,并且利用自适应调节组件对不同尺寸的种子自动调节摩擦轮的间距大小,当物体从加速管上管口进入时,加速管左右两侧的摩擦轮对种子进行高速摩擦加速,根据被加速种子的大小,自适应调节组件相对于安装板进行转动对摩擦轮间距进行自适应调节,从而实现了尺寸在一定范围内变化的丸粒化种子进行加速,保证不会因摩擦轮间距过大或过小而影响对种子的加速效果,且能有效避免种子的破损和摩擦轮的磨损,从而提高播种效率和播种精度;导槽具有限定自适应调节组件位置的作用,保证工作的稳定性,摩擦轮表面采用橡胶等弹性材料,可增加摩擦力,且可以避免挤压过度使种子破损。

[0056] 再进一步地,其特征在于,所述自适应调节组件包括:

[0057] 弹性部件；

[0058] 以及第一调节架与第二调节架，分别设于所述加速管两侧的所述安装板上，二者相对于所述加速管对称布置；所述第一调节架和第二调节架一端设有铰接孔，另一端设有卡扣和滑块；

[0059] 所述第一调节架和第二调节架一端通过所述铰接孔与安装板铰接，另一端通过所述弹性部件与所述卡扣连接，且所述滑块与安装板的导槽配合；

[0060] 所述驱动机构包括第一电机和第二电机，所述第一电机和所述第二电机分别与所述第一调节架和第二调节架连接，所述第一电机和所述第二电机的转动方向相反，摩擦轮分别设于所述第一电机和所述第二电机的外转子上，且所述摩擦轮与所述第一电机和所述第二电机无相对滑动。

[0061] 现有技术的摩擦轮在工作过程中的间隙是固定不可调节的，所以摩擦轮加速装置只能发射尺寸固定的球类物体，但是对于包衣后的种子而言，很难做到每一个种子都包成尺寸、形状相同的，因此固定的间隙会对种子造成损伤和加剧摩擦轮的磨损，所以在本技术方案中，利用自适应调节组件中的弹性部件和第一调节架和第二调节架，当加速过程中摩擦轮因尺寸不同的种子受到不同的挤压力时，摩擦轮带动与之连接的驱动机构和第一调节架和第二调节架绕安装板的铰接轴转动，从而拉动弹性部件伸缩，达到自适应调节摩擦轮间距的效果；滑块与导槽的配合限制摩擦轮之间的间隙，使摩擦轮间隙小于种子直径，可使摩擦轮对种子施加压力，从而保证种子进入缝隙后有足够的摩擦力，既能有效避免因种子过大而出现伤种和磨损，又能保证加速效果。

[0062] 再进一步地，所述加速管上部为方形管，所述加速管下部为圆形管，且所述加速管上部左右两侧设有所述通孔；所述加速管上部的方形管与下部的圆形管的相接处为平滑过渡，所述加速管上部方形管前后两内壁各设有两个扇形凹面，所述凹面与摩擦轮间隙配合，可防止种子或其他杂质进入摩擦轮与加速管内壁的缝隙。

[0063] 在本技术方案中，加速管分为上下两个部分，加速管上部为方形管，下部为圆形管，加速管左右两侧设有摩擦轮可嵌入的通孔，摩擦轮恰好嵌入到通孔内的扇形凹面内，构成加速种子所需空间，且防止种子或其他杂质进入摩擦轮两端面与加速管内壁的缝隙；加速管和安装板之间的安装方式为可拆卸安装，加速管可根据待加速物体的尺寸大小进行更换，待加速种子从加速管上部的方形管口进入，经加速管上部的通孔处摩擦轮进行加速后从加速管下部的圆形管口射出。

[0064] 再进一步地，所述振动排队出种装置包括：

[0065] 锥筒，用于向所述摩擦轮加速装置提供单粒种子；

[0066] 出种头，安装于所述锥筒底部；

[0067] 开口朝上的加种口，下部与所述锥筒连接；

[0068] 振动电机组，固定于所述锥筒的外壁上，为所述锥筒提供激振力，用于排队出种和振动破拱；

[0069] 固定座，设于所述锥筒与所述加种口的连接处，两端固定于所述安装板上，用于固定所述锥筒；

[0070] 以及隔振部件，设于所述固定座内，用于缓冲所述锥筒对机体的振动。

[0071] 在本技术方案中，加种口使充种更加便捷，通过加种口充入的种子在锥筒内容置，

振动电机组按照种子尺寸及流动性确定所需的振动激振力,激振力大小通过改变电机转速控制。而且由于振动排队出种装置在运行时需要不断振动,为了避免振动排队出种装置在工作过程中的振动影响其他零部件,设置了隔振部件以弱化振动对其余装置及总机体的影响,固定座用于紧固隔振部件,加强固定效果。

[0072] 更进一步地,所述锥筒顶部为大口径,底部为小口径,内壁为光滑的螺旋纹,用于引导种子沿螺旋纹向出种头运动;所述出种头可拆卸地扣接在锥筒底部,出种头的口径与A1中标定的出种头孔径一致;所述出种头下部设有结拱堵塞检测系统,种子通过结拱堵塞检测系统中心区域时产生出种脉冲,用于检测种子排队出种情况;所述振动电机组包括一个以上振动电机,按功能设为排队出种振动电机组和破拱振动电机组。

[0073] 在本技术方案中,锥筒的顶部截面面积更大,使种子可自由通过并落入其中,降低种子充入难度,方便操作,底部截面面积更小,使所述锥筒呈倒锥形筒,内壁设有光滑螺旋纹,当向所述锥筒施加振动时,可使充入锥筒内的种子沿螺旋纹向出种头运动并形成缓存区,该区域内的种子经振动作用排出,可实现单粒高速出种;出种头为可拆卸的,可根据种子的形状和尺寸选用不同的排种头,配件小巧,简化操作,降低了配件制造和维护的成本,根据标定的出种头参数选配合适的出种头;结拱堵塞检测系统设于出种头下部,加速管上端,可为对射式红外传感器或其他能检测到种子落下的传感器;所述振动电机组分为排队出种振动电机组和破拱振动电机组,每种电机组至少包含一个振动电机。

[0074] 再进一步地,所述分种器与所述点射播种模块转动连接,用于调节所述点射播种模块的安装角度;分种器上端为进料口,下端为出料口;所述分种器出料口处安装有若干分流管,所述分流管与所述点射播种模块一一对应。

[0075] 再进一步地,还包括角度调节机构,所述角度调节机构设于导向管下方,用于调节导向管方向;所述角度调节机构包括两端固定在一起的一对夹板、设于夹板内的若干限位环;所述限位环通过滑动固定组件安装在夹板之间,所述限位环套在对应导向管上;所述滑动固定组件包括设于夹板上的滑槽以及可沿滑槽滑动的螺栓;所述螺栓与限位环固定连接。

[0076] 在本技术方案中,通过分种器与点射播种模块转动连接的配合,角度调节机构通过调整点射播种模块中导向管的方向,实现对射种角度的调整。调节角度时,通过调松螺栓,使螺栓带动限位环在滑槽上移动,调整至合适的角度,拧紧螺栓。

[0077] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0078] (1) 本发明提供的技术方案,存储于种箱内的种子,经排种器排出至分种器内,分种器将种子均分为多份并输送至对应的点射播种模块中,点射播种模块可对种子进行加速后再射出,使种子具有较快速度,减少旋翼风场等外部风力的影响,可进入土壤表层内,入泥一定深度,避免种子落于地表而被鸟类、鼠类取食或雨水冲刷而造成缺苗。

[0079] (2) 本发明提供的技术方法,多个点射播种模块呈扇形并排分布,该种分散射种的方式可有效减小空间占用,更适合无人机挂载,种子射出后以多条种子流的形态按预定行距、株距分散并排射向地表;另外,通过分种器与点射播种模块铰接,配合角度调节机构对点射播种模块的射种角度调节以及摩擦轮转速的调节,落点可控,可以实现不同行距、株距的成行成穴精量播种,提高了播种的质量,作物通风透气性好,进而减少病虫害滋生。

[0080] (3) 农业生产中,作物种类繁多,同一作物不同品种种子的外形尺寸存在差异,同

一品种的种子尺寸和形状也很难达到相同,本发明提供的点射式排种装置采用自适应调节组件,当种子尺寸大于加速管两侧摩擦轮间隙时,种子在加速过程中将摩擦轮间隙撑大,加速射出后,在弹性部件作用下摩擦轮间隙恢复原状,从而达到自适应调节摩擦轮间距的效果,可较好地解决因种子尺寸不一而造成卡种堵塞、种子损伤和摩擦轮易磨损的问题,提高播种效率和播种的精确度。

[0081] (4) 本发明提供的方法采用振动排队出种,可较好地解决传统轮式转动部件出种存在的脉动、高速充种难及伤种问题,可高速排队出种,提高播种效率,保证作业的实时性和高效性,并提高出种的连续性和均匀性。

[0082] (5) 本发明提供的点射式排种装置包含结拱堵塞检测系统和破拱振动电机组,使该装置具备结拱堵塞监测和自破拱功能,可较好地解决种子在种箱或管路中结拱堵塞问题。

[0083] (6) 本发明提供的方法步骤简单,结构模块化,拆卸及维护工作量小,不仅可用于播种作业,也可用于肥料、除草颗粒剂、杀螺颗粒剂、杀虫颗粒剂等其他颗粒物料的单粒快速出料作业。

## 附图说明

[0084] 图1为本发明的排射式播种无人机的整体结构图。

[0085] 图2为本发明的排射式播种标定参数示意图。

[0086] 图3为本发明的点射播种模块结构示意图。

[0087] 图4为本发明的点射播种模块部分剖视图。

[0088] 图5为本发明的点射播种模块的安装板结构示意图。

[0089] 图6为本发明的锥筒内壁螺旋纹结构俯视图。

[0090] 图7为本发明的分种器结构示意图。

[0091] 图8为本发明的角度调节机构的结构示意图。

[0092] 图9为本发明的排射式播种方法流程示意图。

[0093] 附图标记为:

[0094] 1无人机本体、2种箱、3排种器、4分种器、41分种口、42分种管、5点射播种模块、51安装板、511导槽、512铰接轴、52摩擦轮加速装置、521加速管、5211通孔、522摩擦轮、523驱动机构、524自适应调节组件、525弹性部件、5241第一调节架、5242第二调节架、5231第一电机、5232第二电机、53振动排队出种装置、531锥筒、532出种头、533振动电机组、534固定座、535隔振部件、536结拱检测系统、54导向管、6角度调节机构、61 夹板、62限位环、63滑动固定组件、64滑槽。

## 具体实施方式

[0095] 本发明附图仅用于示例性说明,不能理解为对本发明的限制。为了更好说明以下实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对于本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0096] 实施例1

[0097] 一种排射式播种无人机的播种方法,如图9所示,包括如下步骤:

- [0098] S1:标定参数:标定并存储排射式播种控制参数;
- [0099] 排射式播种控制参数由以下关系模型确定:作业高度、射种角度与行距之间的关系模型,点射播种模块出种频率、播种作业速度与株距之间的关系模型,摩擦轮转速、作业高度与种子入土深度的关系模型;
- [0100] S2:集中供种:播种时,种子从种箱进入排种器,通过排种器控制种子的排量;
- [0101] S3:分种器分种:排种器排出的种子被分为多份,并通过分种器引导分散至各个点射播种模块;
- [0102] S4:排射式播种:种子进入各个点射播种模块内,采用点射式播种方法分别进行单粒排队后并加速,按照预设的排射式播种控制参数,各个点射播种模块内的种子经加速后被高速射向预想的地面落点位置。
- [0103] 在步骤S4中,所述点射式播种方法的步骤包括:
- [0104] A1:点射式播种参数标定:根据准备充入种子的尺寸及流动性标定适宜的充种流量、出种头的孔径及振动激振力,形成振动排队出种和破拱振动电机的控制参数,并存储。
- [0105] A2:振动排队出种:向锥筒充入种子,控制锥筒振动,种子受振动作用和锥筒限制而从出种头逐粒排出;当检测到出现结拱堵塞时,按照步骤A1确定的破拱振动电机的控制参数振动至结拱堵塞被清除;结拱堵塞判定标准为:规定时间内未检测到出种脉冲,判定为结拱堵塞。
- [0106] A3:摩擦加速:下落种子经过两个位置相对运行方向相反的摩擦轮之间的缝隙,缝隙的尺寸根据种子的尺寸自适应调整,摩擦轮与下落种子两侧挤压,并通过摩擦轮的摩擦转动,使下落的种子两侧产生与预设射出方向相同的摩擦力,令种子获得与摩擦力相应的加速度高速排出,对高速排出的种子运动方向进行引导,从而使种子精准射向预想的地面落点位置。
- [0107] 如图2所示,在本实施例中,以3倍丸粒化水稻种子5行排射齐播为例,3倍丸粒化种子为纺锤形,长约10mm,直径5mm,每粒丸粒化种子的平均质量0.1g,播种行距 $L=25\text{cm}$ ,按地面机械播种株距为10cm,每穴3粒种子计算,平均株距为3.33cm;种子入土深度设为1~2cm。
- [0108] 点射播种模块参数标定:根据点射播种模块参数标定方法,振动排队出种的出种头口径选用10.5mm,每个点射播种模块充种流量为4g/s较为适宜,此时点射播种模块出种频率为40粒/s;振动排队出种激振力在电机转速约为2000rpm时具有较好的出种效果,振动破拱激振力在电机转速2500rpm时可达到破拱效果。
- [0109] 排射式播种控制参数标定:根据排射式播种控制参数关系模型及农艺要求参数可得出标定参数:选取作业高度为 $H=2\text{m}$ ,射种角度为 $\alpha_1=5.7^\circ$ , $\alpha_2=11.5^\circ$ ;根据出种频率40粒/s和平均株距3.33cm,可得到作业速度为1.33m/s;根据作业高度2m和入土深度1~2cm,设摩擦轮转速设为9000rpm。
- [0110] 实施例2
- [0111] 如图1,一种应用于排射式播种方法的排射式播种无人机,包括无人机本体1,设于无人机本体1上的种箱2、排种器3、分种器4及若干点射播种模块5;所述排种器3用于将种子排出至分种器4;所述分种器4用于将种子分散并传输至对应的点射播种模块5中;所述点射播种模块5呈扇形并排分布,所述点射播种模块5用于将种子排队并加速射出。

[0112] 在本实施例中,排射式播种无人机从上至下依次为:种箱2、无人机本体1、排种器3、分种器4及五个点射播种模块5;存储于种箱2内的种子,经排种器3排出至分种器4内,分种器4将种子均分为五份并传输至对应的点射播种模块5中,点射播种模块5可对种子进行加速后再射出,使种子具有较快初速度,减少旋翼风场等外部风力的影响,可进入土壤表层内,入泥一定深度,避免种子落于地表而被鸟类、鼠类等动物取食或雨水冲刷而造成缺苗,从而提高种子出苗率;另外,五个点射播种模块5呈扇形并排分布,该种成排射种的方式可有效减小空间占用,更适合无人机挂载,种子射出后以五条种子流的形态按预定行距、株距分散并排射向地表;通过对点射播种模块5的射种角度调节以及摩擦轮转速的调节,可以实现不同行距、株距的成行成穴精量播种。所述排种器3为具有较大排量的排种或排料装置,可满足每个点射播种模块所需的充种流量。

[0113] 如图1和7所示,所述分种器4上下两端分别连接排种器3和若干个点射播种模块5,连接所述排种器3的分种口41由四个隔板分为五份,通过分种管42将种子引导至点射播种模块5内。

[0114] 如图3、4和5所示,所述点射播种模块,其包括安装板51、摩擦轮加速装置52、振动排队出种装置53以及导向管54。种子由分种器进入点射播种模块的振动排队出种装置53,振动排队出种装置53可控制种子逐粒排队排出,以方便后续摩擦轮加速装置52对种子进行加速,避免一次多粒种子同时进入造成卡种堵塞。

[0115] 所述摩擦轮加速装置52设于所述安装板51下部,用于对种子进行加速,其包括:摩擦轮522、加速管521、驱动机构523以及自适应调节组件524。所述加速管521设于所述安装板51中轴线位置处,如图所示,加速管521上部为方形管,截面和管口为方形,加速管521下部为圆形管,截面和管口为圆形,其左右两侧面设有摩擦轮522可嵌入的通孔5211;驱动机构523包括第一电机5231和第二电机5232,其转动方向相反;摩擦轮522数量为两个,为环状结构,分别套设在第一电机5231和第二电机5232的外转子上;所述自适应调节组件524包括第一调节架5241、第二调节架5242和弹性部件525,所述第一调节架5241和第二调节架5242一端设有铰接孔,另一端设有卡扣和滑块,中部设有固定驱动机构523的安装孔,所述驱动机构523带动摩擦轮522分别固定在第一调节架5241和第二调节架5242上;两调节架相对与所述加速管521对称布置,一端分别铰接在所述加速管521左右两侧的所述安装板51上,另一端通过所述弹性部件525与所述卡扣连接,且所述滑块与安装板51的导槽511配合。

[0116] 种子的加速过程是:从加速管521上部的方形管口进入两摩擦轮522缝隙,由于种子尺寸大于摩擦轮间隙,因此摩擦轮522在为种子加速的同时,也会受到种子的反作用力,从而使第一调节架5241和第二调节架5242绕铰接轴512转动,自适应改变摩擦轮522间隙,种子被加速射出后,在弹性部件525的带动下两调节架恢复原位,依此循环,完成种子加速。

[0117] 在本实施例中,所述摩擦轮522外表面为橡胶层。在对种子进行加速时,橡胶层面对种子摩擦造成的损害较小,有利于种子后续的存活。

[0118] 如图3所示,所述振动排队出种装置53设于所述安装板51上部,其下方开口与所述摩擦轮加速装置52上方开口位置相对,与所述加速管521之间留有缝隙,用于逐次向所述摩擦轮加速装置52提供单粒种子,其包括:锥筒531、出种头532、振动电机组533、固定座534、隔振部件535、结拱检测系统536;

[0119] 结合图4和6,所述锥筒531为倒锥形筒,其顶部截面面积大于其底部截面面积,其用于向所述摩擦轮加速装置52提供种子,所述锥筒531内壁为光滑的螺旋纹,使种子在所述锥筒531内可沿螺旋纹向出种头532运动,所述出种头532可拆卸地安装于所述锥筒531底部,在锥筒531上方设置开口朝上的加种口,降低种子充入难度,方便操作;所述振动电机组533固定于所述锥筒531的外壁上,所述振动电机组533包括排队出种振动电机和破拱振动电机,分别实现振动排队出种和振动破拱功能;所述隔振部件535固定在锥筒531上,固定座534与隔振部件535配合将锥筒531固定在所述安装板51上,缓冲所述锥筒531振动对机体的影响;所述结拱检测系统536设于出种头532下方,固定在加速管521顶部,可持续检测种子是否顺利进入摩擦轮加速装置52。

[0120] 种子在所述振动排队出种装置53中运动时,由于种子形状并不规整,因此当锥筒531振动排队出种时,异形种子可能较难在锥筒531内绕动,因此在本技术方案中,设置了若干螺旋纹,其可与锥筒531内壁形成若干条排种通道,当种子进入所述锥筒531被其振动甩到内壁上时,就进入了所述排种通道并在所述排种通道内有序排列,在振动作用下,种子就可绕内壁螺旋式下落,从而辅助种子在排种筒内运动,实现有序均匀地逐粒排出种子。

[0121] 所述导向管54设于所述安装板51下部,所述导向管54可为内壁光滑中空直管,其上方开口与所述摩擦轮加速装置52下方开口位置相对,可与所述加速管521可拆卸对接,或通过螺栓与加速管521下方出口固连,用于对被加速种子的运动方向进行引导。

[0122] 如图1所示,在本实施例中,所述分种器4与所述点射播种模块5铰接,使得点射播种模块5可进行一定角度的旋转,方便调整射种角度。在实际作业时,可根据实际情况对各点射播种模块5的角度进行调节,以满足播种需求。

[0123] 如图8所示,在本实施例中,还包括角度调节机构6,用于调节点射播种模块5的射种角度;所述角度调节机构6设于点射播种模块5下方,固定在所述无人机本体1的脚架上,其包括:夹板61、限位环62、滑动固定组件63、滑槽64,所述夹板61两端与无人机本体1脚架固连,若干限位环62设于两夹板61内;所述限位环62通过滑动固定组件63连接在夹板61之间,所述限位环62套在对应导向管54上;且调节角度时,导向管54可在限位环62内滑动;所述夹板61上设有滑槽64,所述滑动固定组件63可由若干螺栓组成,螺栓与所述限位环62侧边连接,且所述螺栓可限制限位环62沿滑槽64滑动。

[0124] 在进行准备播种前,需要进行射种角度的调节,通过分种器4与点射播种模块5的铰接调节与角度调节机构6配合;先将螺栓调松,逐个转动点射播种模块5,与之连接的导向管54带动限位环62沿滑槽64移动,确定角度合适后,拧紧螺栓完成角度调节。

[0125] 在本实施例中,所述种子为丸粒包衣种子,丸粒包衣种子是以种子为载体,种衣剂为原料,在种子外表均匀地包覆一层包衣物质,将小粒或者形状不规则的种子做成大小和形状没有很大差异的丸粒状种子,丸粒包衣种子播种到土壤内部时,会被土壤水分等溶解,实现种子的土壤种植。

[0126] 工作过程:在播种前,根据种子特点(尺寸和流动性)确定点射播种模块充种流量、出种头532的孔径及振动激振力,根据播种作业农艺要求设置作业高度、射种角度、作业速度及摩擦轮转速;一切准备工作就绪后,控制无人机启动开始播种,播种时建议规划航线后自主定高飞行。播种时,种子从种箱2内经排种器3集中供种,再进入分种器4中,种子被均分为五份,从各分种管进入对应的振动排队出种装置53,在振动排队出种激振力的作用下,种

子均匀地逐粒排出进入种子摩擦轮加速装置52,自适应调节组件524根据种子的尺寸变化,自适应调整两个摩擦轮522的间隙,对种子进行加速,种子以种子流射向地表面预想的落点位置,实现成行成穴精量播种。

[0127] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明技术方案所作的举例,而并非是对本发明的具体实施方式的限定。凡在本发明权利要求书的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。



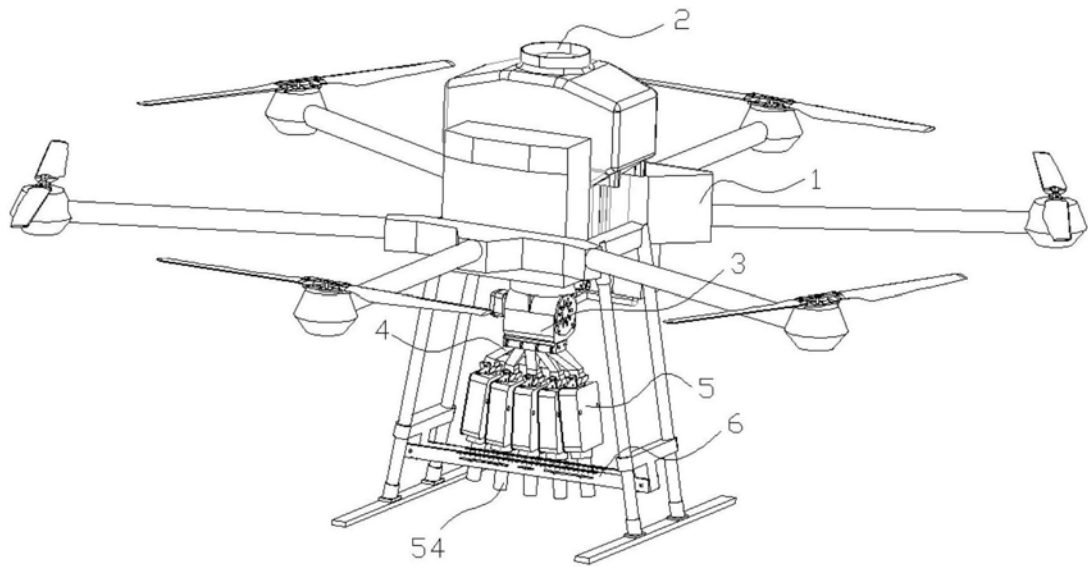


图1

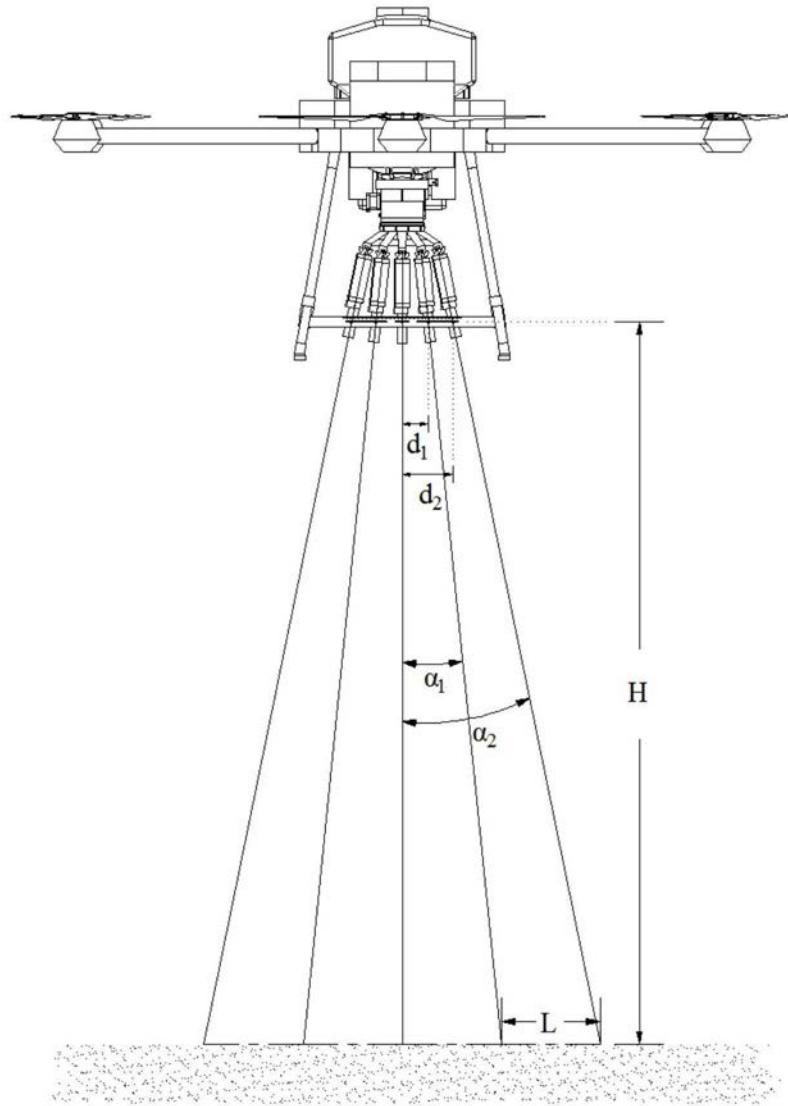


图2

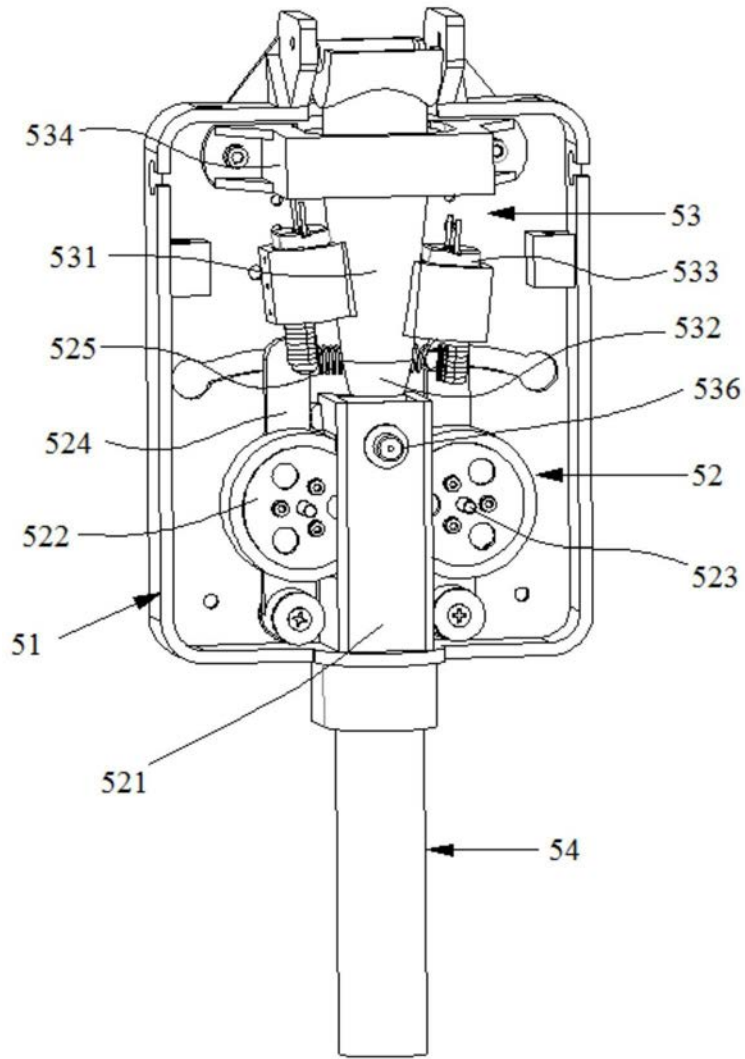


图3

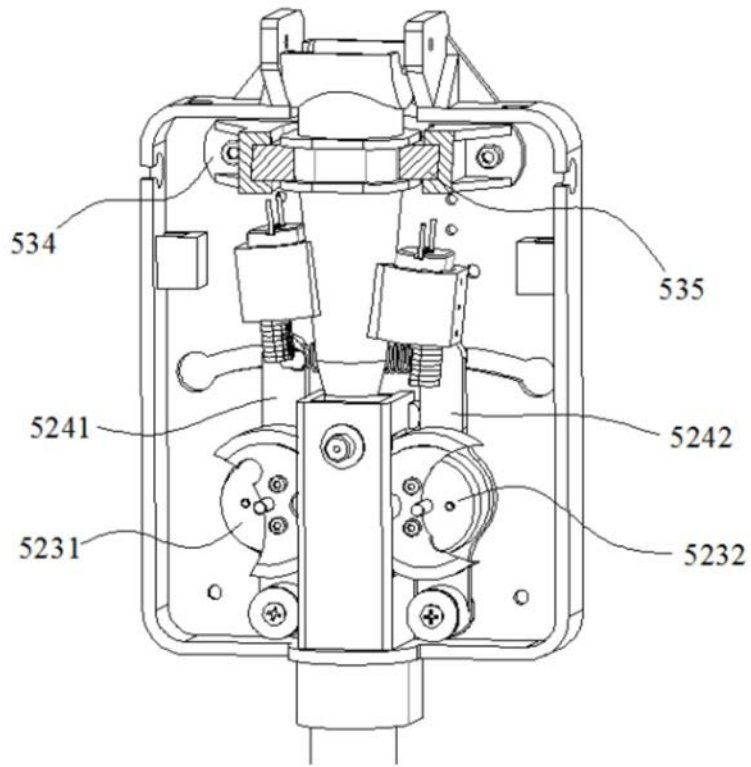


图4

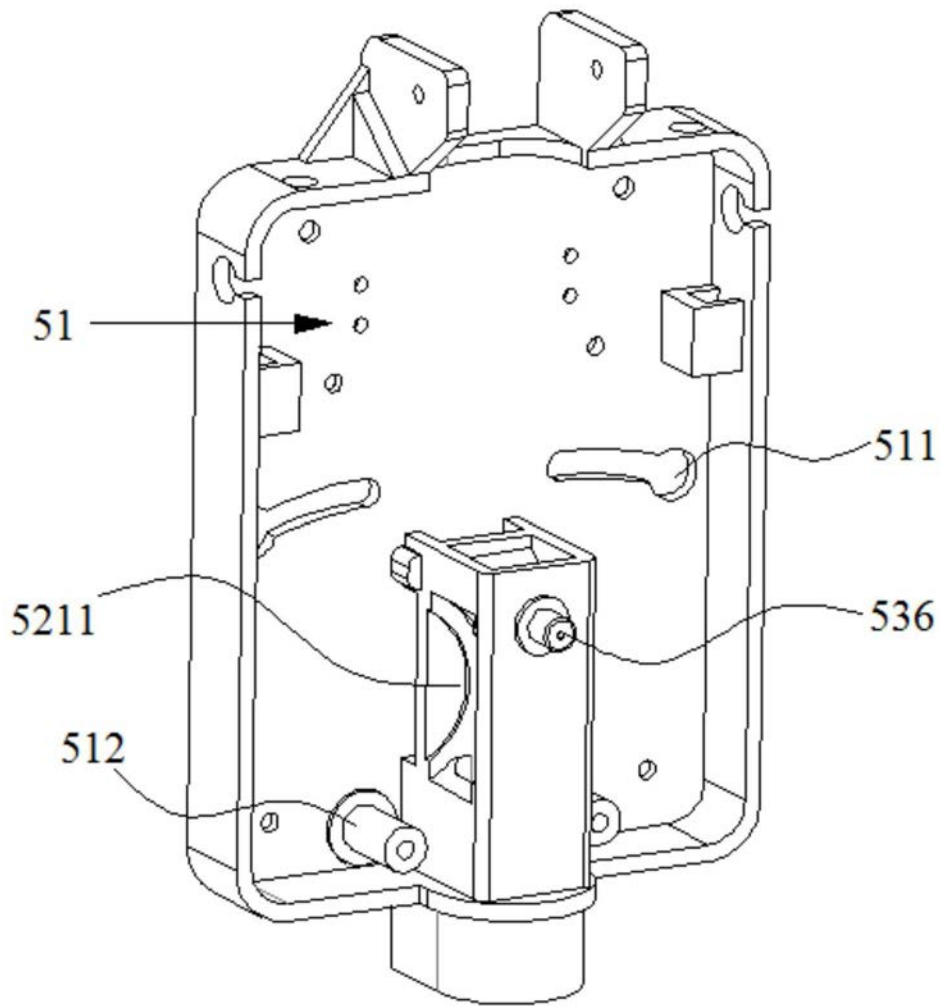


图5

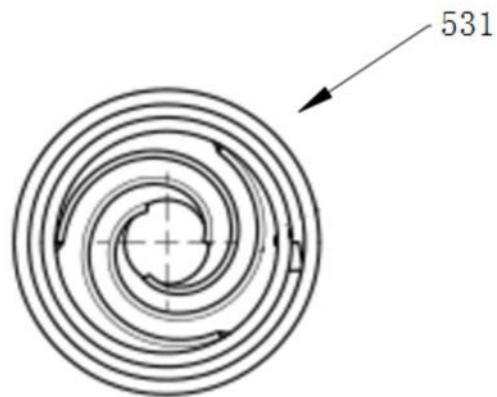


图6

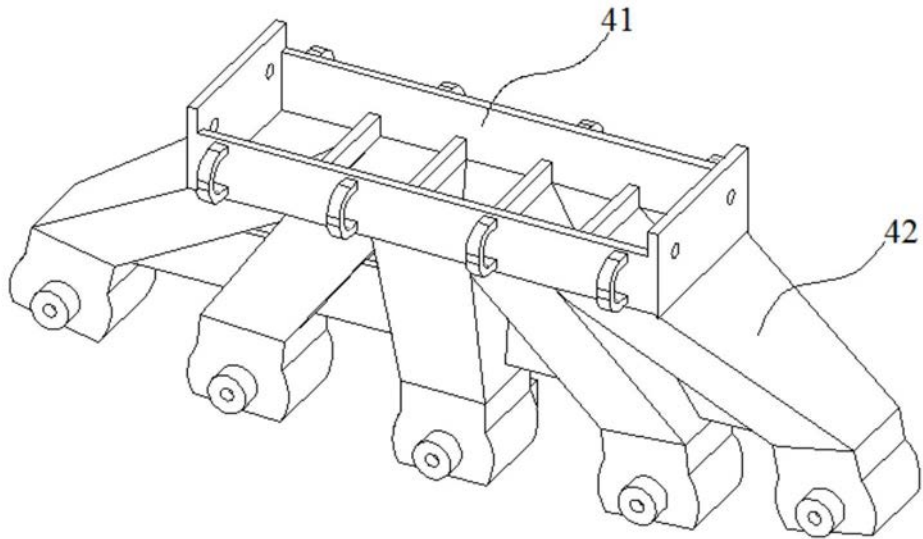


图7

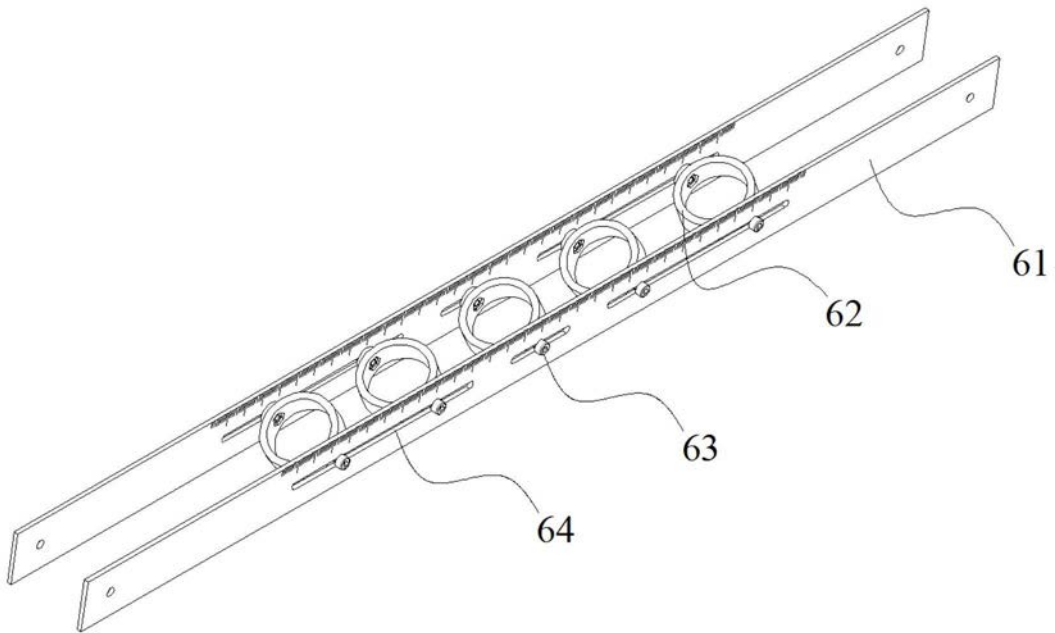


图8

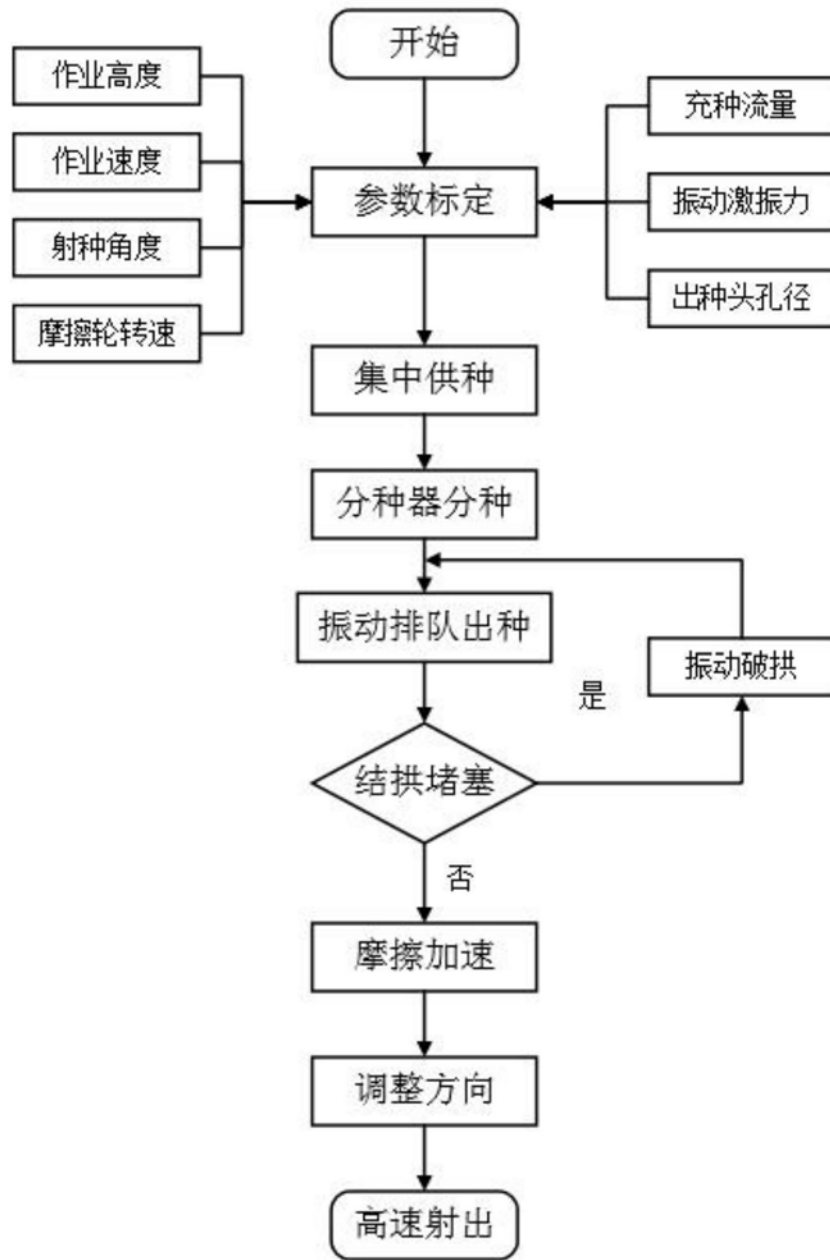


图9