



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206590122 U

(45)授权公告日 2017. 10. 27

(21)申请号 201621041661.X

(22)申请日 2016.09.07

(73)专利权人 南京林业大学

地址 210037 江苏省南京市龙蟠路159号

(72)发明人 贾志成 刘晨霁 封帆 易善南  
周宏平

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔 刘辉

(51)Int.Cl.

B64D 1/18(2006.01)

G05D 1/08(2006.01)

G05B 19/042(2006.01)

G01D 21/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

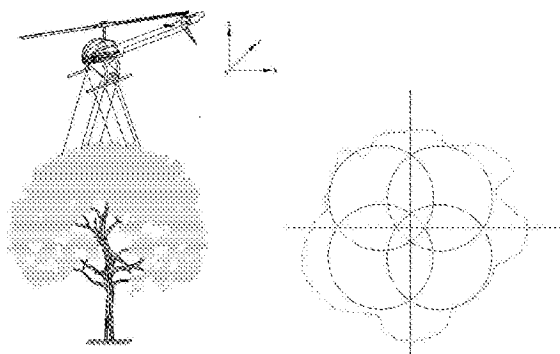
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)实用新型名称

一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,该系统包括旋翼无人机、相对高度测量模块、树冠图像测量模块、施药决策模块、施药控制模块;使用该系统的测量方法包括以下步骤:在地面计算机中预录入施药决策信息;控制旋翼无人机悬停在果树正上方;测得距离树冠的相对高度 $\Delta H$ 、GPS定位数据和树冠面积数据;施药决策模块根据相对高度 $\Delta H$ 、GPS定位数据和树冠面积数据,发出调控旋翼无人机施药方式指令;施药控制模块根据远程控制模块的控制信息,调节飞行姿态和喷头数量,然后进行喷洒药剂。本实用新型的系统与方法,测高准确、量程大且调整简单;测量成本低、无遗漏、误差小;避免了施药浪费或施药不足;施药精确。



1. 一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,其特征在于,包括旋翼无人机、相对高度测量模块、树冠图像测量模块、施药决策模块、施药控制模块;

所述相对高度测量模块包括:超声波传感器、GPS定位模块、电路板、无线传输模块、电源、外壳;所述GPS定位模块、电路板、无线传输模块和电源均安装在外壳内,超声波传感器在外壳外;所述相对高度测量模块安装在旋翼无人机起落架上;

所述树冠图像测量模块包括:运动摄像头、固定支架、旋转臂、调节电机、无线传输模块;所述树冠面积测量安装在旋翼无人机机身腹部;所述旋转臂、调节电机、无线传输模块固定安装在固定支架上;所述运动摄像头固定安装在旋转臂上;

所述施药决策模块包括:地面计算机、远程控制模块、信息接收设备、数据库、施药决策系统;所述地面计算机安装在地面操作空间;所述远程控制模块、数据库、施药决策系统集成在计算机中;

所述施药控制模块包括:药箱、输液管、喷头、微控制器、马达、喷头进药电磁阀;

所述药箱固定安装在旋翼无人机腹部;所述喷头固定安装在旋翼无人机起落架上;所述输液管连接药箱与喷头;所述微控制器固定安装在旋翼无人机内。

2. 根据权利要求1所述的基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,其特征在于,基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统还包括前置绿色传感器和下置绿色传感器;所述前置绿色传感器固定安装在旋翼无人机前起落架上;所述下置绿色传感器固定安装在固定支架上。

3. 根据权利要求1所述的基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,其特征在于,通过设置所述喷头安装位置,使得相邻喷头之间喷洒面积边缘重叠。

## 一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于农用航空植保技术领域,具体是一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统。

### 背景技术

[0002] 在农作物生长过程中,病虫害的有效防控是保证粮食安全生产必不可少的重要环节,直接影响粮食的产量与质量。当前中国粮食作物生产过程中,药物喷洒仍以手工、半机械化操作为主,这不仅与病虫害具有的迁飞性、流行性和爆发性不相匹配,同时和现代农业生产的规模化种植也不匹配,结果导致监测预警和统防、统治相脱节,从而造成严重的经济损失,同时作业投入的劳力多、劳动强度大,施药人员中毒事件时有发生。

[0003] 旋翼无人机施药技术是利用轻小型旋翼无人机为载体,在飞行器上搭载农药喷雾设备,研究解决雾滴合理沉积分布,并拟将GPS系统引入旋翼无人机施药作业中,具有作业飞行速度快、喷洒作业效率高、应对突发灾害能力强等优点,克服了农业机械或人工无法进地作业的难题,实现精准化作业,为农作物种植实现低空低量航空施药提供技术支持,为提高我国农业生产信息化、数字化水平提供技术支撑。旋翼无人机施药与传统施药器械相比,有以下优点:①省药、省水、减少污染,有效降低农药残留、土壤污染和水源短缺等问题;②作业效率高,是传统人工施药效率的60倍以上,有效解决目前农村劳动力短缺问题,在病虫害大规模暴发时可以迅速开展防治,降低病虫害造成的损失;③防治效果好,由旋翼产生的向下气流有助于增加雾滴对作物的穿透性,气流把雾滴带到植物的叶背及根部,可减少飘移,提高农药在靶标上的附着率,防治效果更好;④施药人员安全系数高,采用人工遥控技术和自主导航技术相结合,操控人员在施药区外便可通过无线遥测系统发出指令来控制无人机的动作,自动完成无人机施药的全过程;⑤适用性好,可垂直起降,不受地理因素的制约,无论山区或平原、水田还是旱田,以及不同的作物,均具有良好的适应性;⑥作物损伤小,不会像大型地面施药器械碾压作物。

[0004] 旋翼无人机施药作为一种新型防治病虫害的手段,相比传统的地面施药和有人驾驶飞机施药有其独特的优势,不仅适用于平原地区作物,还将在丘陵山区、连片梯田等特殊地区进行农业病虫草害防治,以及灭蝗、卫生防疫等作业中发挥不可替代的作用。

[0005] 目前采用旋翼无人机施药虽然发展较快,但是仍存在较多问题,比如:施药精度仍然较差,特别是针对间距较大的作物施药时,往往需要扩大喷洒面积,这样又造成了浪费;而且施药不够均匀,施药效果大打折扣。

### 实用新型内容

[0006] 本实用新型要解决的技术问题是提供一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,该系统和方法通过立体测量,精确定位,实现旋翼无人机施药的精准和均匀。

[0007] 为实现上述发明目的,本实用新型的技术方案如下:

[0008] 一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,包括旋翼无人机、相对高度测量

模块、树冠图像测量模块、施药决策模块、施药控制模块。

[0009] 所述相对高度测量模块包括：超声波传感器、GPS定位模块、电路板、无线传输模块、电源、外壳；所述GPS定位模块、电路板、无线传输模块和电源均安装在外壳内，超声波传感器在外壳外，所述相对高度测量模块安装在旋翼无人机起落架上，具体来讲，所述外壳固定安装在旋翼无人机起落架上；所述超声波传感器形成超声波传感器阵列，安装于起落架支撑杆上，所述超声波传感器用于实时检测飞行器下方离树冠相对高度，多个超声波传感器组成的阵列，有效探测范围在探测范围边缘处相互重合，以全方位覆盖树冠避免遗漏，通过实时判断检测到的离树冠的相对距离，得到最小值，即为离树冠的距离。所述GPS定位模块用于获取当前所测树木GPS坐标；所述电路板用于集成控制各功能模块并储存、计算所获得数据；所述无线传输模块将所测相对高度数据、绿色信息和GPS定位模块所测树木的定位坐标数据实时传输回地面计算机；所述电源为超声波传感器阵列、GPS定位模块、前置绿色传感器、电路板、无线传输模块供电；所述外壳用于安装保护GPS定位模块、电路板、无线传输模块、电源并与起落架固定。

[0010] 所述树冠图像测量模块包括：运动摄像头、固定支架、旋转臂、调节电机、无线传输模块；所述树冠面积测量安装在旋翼无人机机身腹部。所述旋转臂、调节电机、无线传输模块固定安装在固定支架上；所述运动摄像头固定安装在旋转臂上；所述运动摄像头用于拍摄旋翼无人机中心处下方树冠面积；所述调节电机用于调节旋转臂旋转角度；所述无线传输模块将所测树冠面积和绿色信息实时传输回地面计算机。采用运动摄像头，有效地防止旋翼无人机抖动与果树摆动带来的聚焦问题，可实时快速拍摄图片。

[0011] 所述施药决策模块包括：地面计算机、远程控制模块、信息接收设备、数据库、施药决策系统。其特征在于：所述地面计算机安装在地面操作空间；所述远程控制模块、数据库、施药决策系统集成在计算机中；所述信息接收设备包括超声波接收设备、GPS接收设备、绿色传感器接收设备、运动摄像头接收设备；所述信息接收设备各组成部分固定安装在旋翼无人机内部；所述超声波接收设备用于接收超声波传感器阵列探测的相对高度信号；所述GPS接收设备用于GPS定位模块测量的定位数据；所述绿色传感器接收设备用于接收前置绿色传感器和下置绿色传感器测量的绿色信息；所述运动摄像头接收设备用于接收高清摄像头拍摄的照片信息；所述信息接收设备将所测信息传输到地面计算机；所述数据管理系统包括果园病虫害信息、果园树种信息、年龄信息、最佳施药条件信息；所述施药决策系统结合果树立体信息，自动选择最佳施药方式；所述施药决策系统通过远程控制模块实时调控旋翼无人机施药方式；所述施药决策模块通过前置绿色传感器；所述地面计算机用于地面人员接收和存储相对高度数据、绿色信息和GPS定位数据以及接收和存储树冠面积数据和绿色信息。

[0012] 所述施药控制模块包括以下组成部分：药箱、输液管、喷头、微控制器、马达、喷头进药电磁阀。所述药箱固定安装在旋翼无人机腹部；所述喷头固定安装在旋翼无人机起落架上；所述输液管连接药箱与喷头；所述微控制器固定安装在旋翼无人机内；所述微控制器用于接收施药决策模块的决策信息；所述马达固定安装在无人旋翼轴线位置；所述微控制器根据远程控制信息，实时调节马达转速；所述马达转速变化引起旋翼无人机高度变化；所述喷头进药电磁阀安装在输液管上；所述微控制器根据远程控制信息，实时调控电磁阀开闭；所述电磁阀开闭决定相应喷头流通与否

[0013] 进一步的,所述基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统还包括前置绿色传感器和,所述前置绿色传感器固定安装在旋翼无人机前起落架上。所述前置绿色传感器水平向前测量,用于检测旋翼无人机前方绿色信息,避免碰撞较高的树冠以实现防撞。所述下置绿色传感器固定安装在固定支架上;所述下置绿色传感器竖直向下测量,用于检测旋翼无人机下方绿色信息,结合图像分析判断绿色边缘,可判断所拍照片是否完全覆盖树冠,避免出现漏拍。

[0014] 进一步的,通过设置所述喷头安装位置,使得相邻喷头之间喷洒面积边缘重叠,可保证每棵果树喷洒完全且药液消耗量小。

[0015] 本实用新型的一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,具有以下有益效果:

[0016] 1.将旋翼无人机技术引入到树高测量中,利用其可悬停、移动快速的优点,克服了传统方法容易受限于自然环境的缺点,如树干遮挡、森林茂密造成的测量不便,地面测定间距有限等问题,会导致测高不准、量程有限和调整繁琐等问题;而且旋翼无人机下压风场可提高雾滴穿透性。

[0017] 2.将GPS定位、搭载运动相机观测和目测结合,可远程精确定位待测树木位置,克服了传统地面测试方法仪器携带和移动不便、通过安全性和费时费力等问题;

[0018] 3.采用多超声波传感器阵列式测距原理,成本低,无遗漏,克服了激光测距方法成本高和易受树冠疏密度影响而产生误差,图像测距方法易受图像传感器成像质量和茂密森林中树木相交影响而产生误差的缺点;

[0019] 4.将树冠面积作为调控旋翼无人机施药的参数,旋翼无人机可根据树冠大小改变喷头数量,克服了果树个体生长差异导致的施药浪费或施药不足,控制喷药范围完全覆盖树冠而不超出;

[0020] 5.采用树高测量与树冠面积测量相结合的立体测量方法,避免了旋翼无人机距树冠过高导致的药液漂移与旋翼无人机距树冠过低导致的施药覆盖不完全,解决了树冠面积不等导致的施药不均匀,对靶性能提高,旋翼无人机下压风场可提高雾滴穿透性,实现精确施药;

[0021] 6.采用地面计算机实时储存显示果树信息与旋翼无人机姿态信息,实现可视化操作,同时可作为果园生成信息采集设备使用。

## 附图说明

[0022] 图1是超声波传感器阵列测定飞行器离树冠相对高度的基本原理图;

[0023] 图2是运动摄像头测定树冠图像及计算树冠面积的基本原理图;

[0024] 图3是前置绿色传感器实现防撞的基本原理图;

[0025] 图4是无人机根据下方树冠面积实时控制喷头开闭数量原理图。

## 具体实施方式

[0026] 下面结合附图,对本实用新型提出的一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统进行详细说明。在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“正面”、“左侧”、“右侧”、“上部”、“下部”、“底部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为

了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,“第一”、“第二”等并不表示零部件的重要程度,因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0027] 本实用新型的一种基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统,包括旋翼无人机、相对高度测量模块、树冠图像测量模块、施药决策模块、施药控制模块。

[0028] 所述相对高度测量模块包括:超声波传感器、GPS定位模块、电路板、无线传输模块、电源、外壳。所述GPS定位模块、电路板、无线传输模块和电源均安装在外壳内,所述相对高度测量模块安装在旋翼无人机起落架上;为了拆卸方便,所述高度测量模块与旋翼无人机起落架之间可采用螺纹连接;所述超声波传感器形成超声波传感器阵列,安装于起落架支撑杆上,优选的,所述超声波传感器阵列由四个及以上数量的超声波传感器构成,对称安装于飞行器起落架下方支撑杆上,采用四个以上超声波传感器获得平均高度,可避免超声波传感器检测到树冠缝隙造成的误判,以减小误差。

[0029] 所述树冠图像测量模块包括:运动摄像头、固定支架、旋转臂、调节电机、无线传输模块;所述树冠面积测量安装在旋翼无人机机身腹部中心处。所述旋转臂、调节电机、无线传输模块固定安装在固定支架上;运动摄像头数量为一个,通过固定支架安装在旋翼无人机机身腹部中心位置处。

[0030] 所述施药决策模块包括:地面计算机、远程控制模块、信息接收设备、数据库、施药决策系统。其特征在于:所述地面计算机安装在地面操作空间;所述远程控制模块、数据库、施药决策系统集成在计算机中。

[0031] 所述施药控制模块包括以下组成部分:药箱、输液管、喷头、微控制器、马达、喷头进药电磁阀。所述药箱固定安装在旋翼无人机腹部;所述喷头固定安装在旋翼无人机起落架上;所述输液管连接药箱与喷头;所述微控制器固定安装在旋翼无人机内。

[0032] 所述基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统还包括前置绿色传感器和,所述前置绿色传感器固定安装在旋翼无人机前起落架上。所述下置绿色传感器固定安装在固定支架上。

[0033] 并且,可以通过设置所述喷头安装位置,使得相邻喷头之间喷洒面积边缘重叠,可保证每棵果树喷洒完全且药液消耗量小。

[0034] 如图1至4所示,使用上述基于立体测量的旋翼无人机自动施药系统施药的方法,由以下过程实现:

[0035] 在地面计算机中预录入果园树种、年龄、病虫害信息与GPS坐标,预录入喷头喷洒面积信息与相邻喷头之间喷洒面积的重叠信息,做喷头喷洒面积试验,记录喷头距树冠不同高度差下,半幅和全幅喷洒工作方式的喷洒面积,生成作物信息与喷洒面积数据库,根据数据库计算最佳施药条件,即保证单棵果树喷洒完全、施药分布均匀、药液漂移最小前提下,旋翼无人机距树冠高度与施药喷头数量。

[0036] 挂载超声波传感器阵列、GPS定位模块、运动摄像头、测量控制电路(即电路板)、电源、无线传输模块的旋翼无人机经遥控或轨迹控制起飞到达果园上端空中并悬停,通过运动相机所采集实时画面、GPS定位数据或目测判断旋翼无人机是否处于待测树冠上方,旋翼无人机前部安装前置绿色传感器实时检测绿色信息,防止碰撞超过当前飞行高度的树冠,经由超声波传感器阵列测算相对高度数据,经由运动摄像头拍摄树冠图像数据,所得数据

发送回地面计算机。

[0037] 其中超声波传感器阵列测算相对高度方法如下：首先，将旋翼无人机置于所测果园地面上进行测高基准标定；然后，遥控控制旋翼无人机飞到果园顶部高空，通过GPS定位坐标、机载运动相机采集的实时图像或者目测判断是否待测果树并进行方位调整，以使旋翼无人机下部正对所测果树树冠中心；通过调整飞行高度以使超声波传感器阵列发射的探测声波完全覆盖树冠表面并相互部分重合，对所测得的数据进行最小值判断，测得旋翼无人机离所测果树树冠的相对高度 $\Delta H$ ；最后，经无线传输模块传输回地面计算机储存并显示。

[0038] 其中运动摄像头拍摄树冠图像以及计算机测算树冠面积方法如下：旋翼无人机运动到待测果树上且旋翼无人机中心与果树树冠中心调整重合后，通过机载运动相机采集树冠实时图像，经无线传输模块传输回地面计算机，集成在地面计算机内的施药决策系统采用阈值分割法将图像像素点分类，划分出树冠区域并计算其面积，与下置绿色传感器所检测绿色边缘信息做比较，判断所拍照片是否完全覆盖树冠，若已完全覆盖则记录结果，若未完全覆盖，则实时调整旋翼无人机位置后继续拍照并结合绿色边缘判断，直至完全覆盖后将结果在地面计算机中储存并显示。

[0039] 施药决策模块分析所测得旋翼无人机距树冠相对高度与树冠面积信息，与最佳施药条件作比对，判断实测树冠面积与数据库中喷洒面积是否重合，生成相应的施药处方，即针对旋翼无人机飞行高度与喷头数量的控制指令，通过远程控制模块发送该控制指令到施药控制模块。

[0040] 旋翼无人机内部的微控制器根据远程控制模块的控制指令，调节飞行姿态和喷头数量，通过控制马达转速来调整旋翼无人机飞行高度，进而改变旋翼无人机距树冠相对距离，通过控制输液电磁阀开闭来调整喷头流通与否，进而改变施药喷头数量。

[0041] 还可以将旋翼无人机更换为直升机等定点悬停飞行器，旋翼无人机也可以选择多旋翼无人机，且所述定点悬停飞行器可人工遥控或依据GPS定位坐标规划路线无人自主导航飞行。

[0042] 基于对本实用新型优选实施方式的描述，应该清楚，由所附的权利要求书所限定的本实用新型并不仅仅局限于上面说明书中所阐述的特定细节，未脱离本实用新型宗旨或范围的对本实用新型的许多显而易见的改变同样可能达到本实用新型的目的。

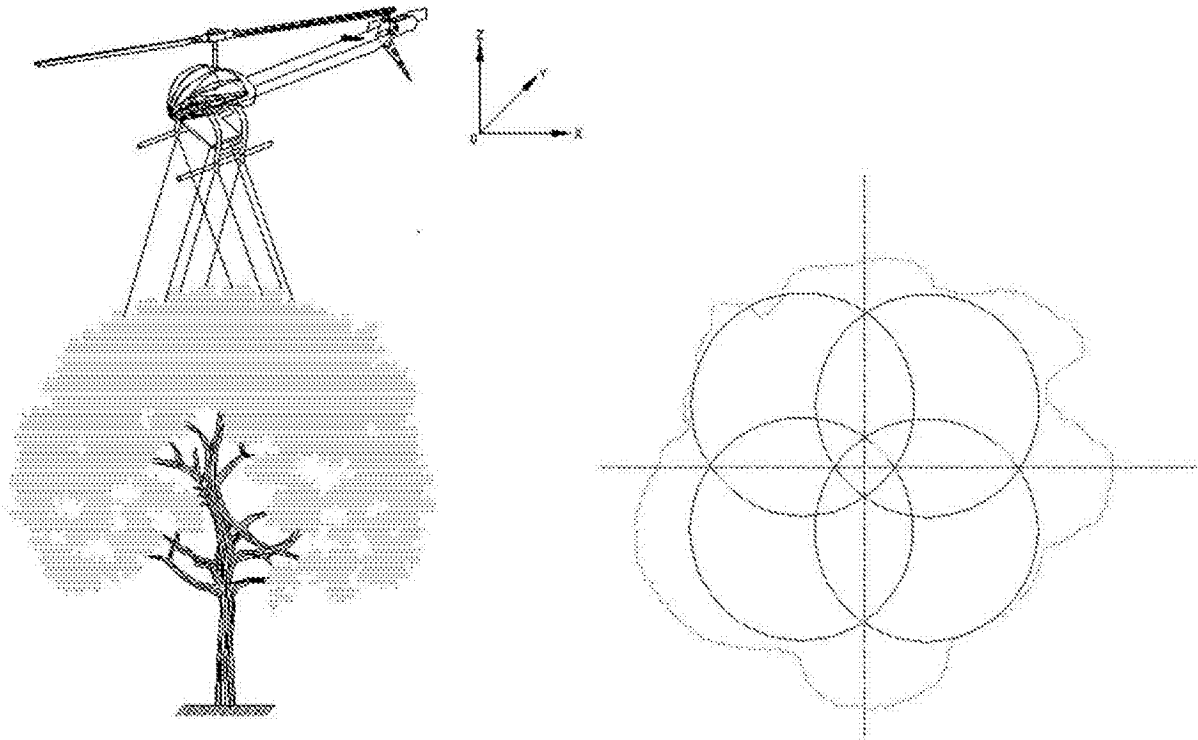


图1

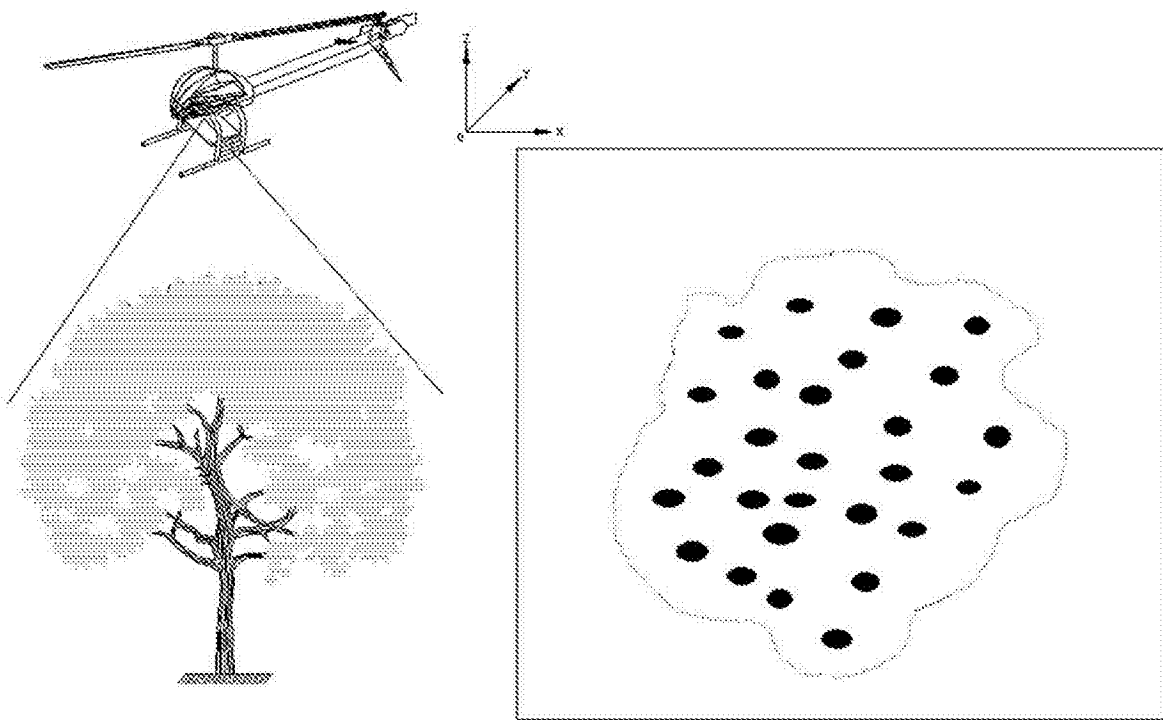


图2



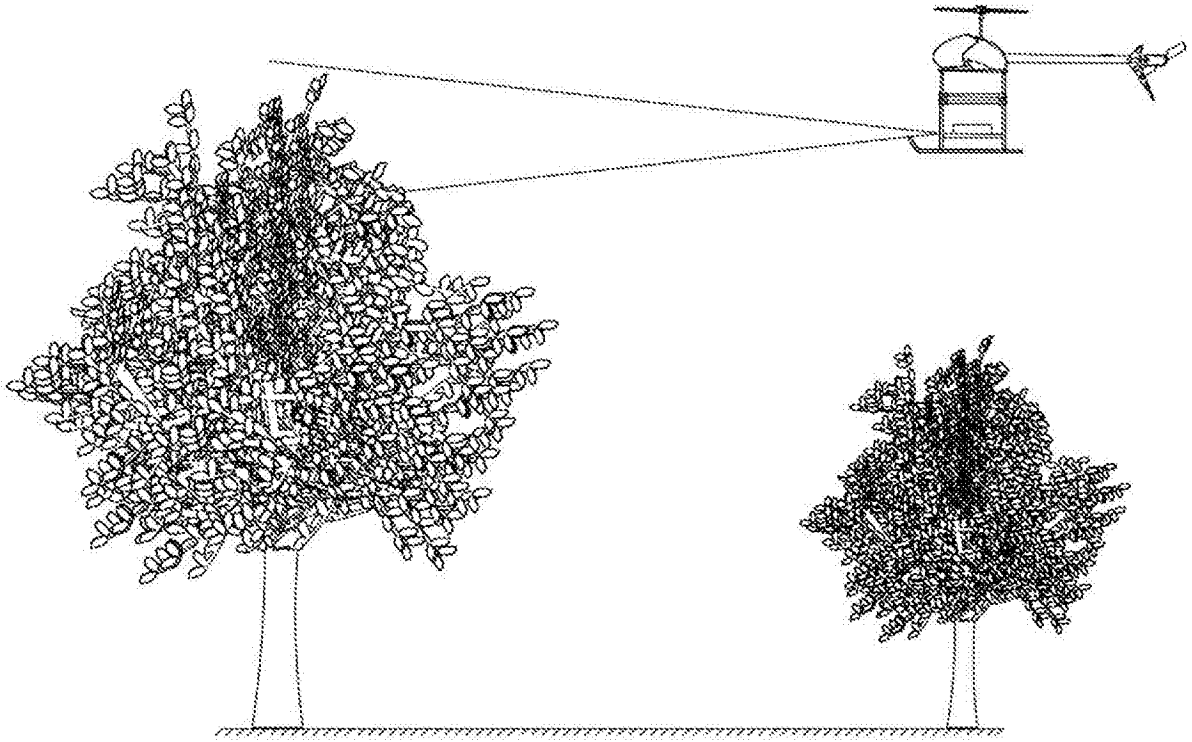


图3

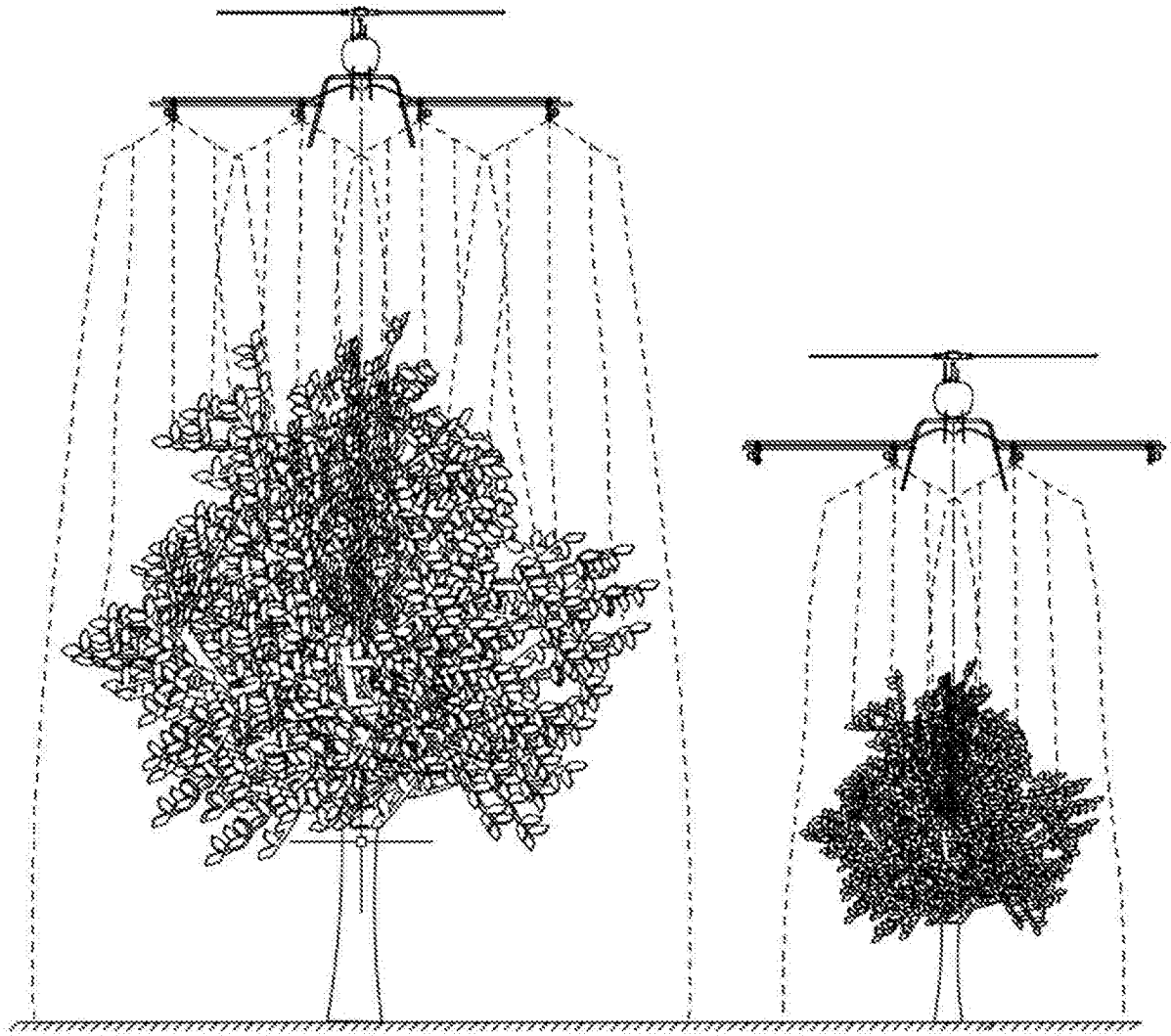


图4