(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206978543 U
(45)授权公告日 2018.02.09

(21)申请号 201720943018.4

(22)申请日 2017.07.31

(73)专利权人 华南农业大学
地址 510642 广东省广州市天河区五山
专利权人 广州易智智能科技有限公司

(72)发明人 周志艳 宋灿灿 朱秋阳 何新刚 孔令熙 明锐 黎家豪 谭钊胜

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102
代理人 郑永泉 林伟斌

(51)Int.Cl.
A01M 7/00(2006.01)
B64D 1/18(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

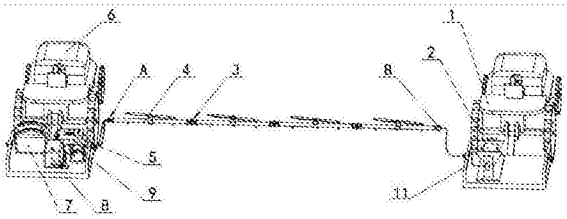
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)实用新型名称

一种悬浮式喷施作业系统

(57)摘要

本申请公开了一种悬浮式喷施作业系统，包括能相互协同前进的主动力底盘和副动力底盘，以及在系统正常工作时悬浮于主动力底盘和副动力底盘之间的能对田间进行喷洒作业的喷施作业模块，所述主动力底盘和/或副动力底盘上设有能提供给喷施作业模块工作所需物料的料液供给控制模块，以及设有用于供应电力的电源模块，所述主动力底盘或副动力底盘上还设有利用电连接方式控制主动力底盘、副动力底盘和各模块工作的主控制模块。本申请设置的主动力底盘和副动力底盘分别形式在对应的田埂上，并不会对田间造成破坏；喷施作业模块悬浮于主动力底盘和副动力底盘之间的上空，其自身具有动力，不会发生大幅度的摆动，提高喷施精准度。



CN 206978543 U

1.一种悬浮式喷施作业系统，其特征在于，包括能相互协同前进的主动力底盘和副动力底盘，以及在系统正常工作时悬浮于主动力底盘和副动力底盘之间的能对田间进行喷洒作业的喷施作业模块，所述主动力底盘和/或副动力底盘上设有能提供给喷施作业模块工作所需物料的料液供给控制模块，以及设有用于供应电力的电源模块，所述主动力底盘或副动力底盘上还设有利用电连接方式控制主动力底盘、副动力底盘和各模块工作的主控制模块。

2.根据权利要求1所述的悬浮式喷施作业系统，其特征在于，设置有料液供给控制模块的主动力底盘和/或副动力底盘上还设有料液管自动收放模块，所述料液供给控制模块通过料液管自动收放模块与喷施作业模块连接，使得在料液管自动收放模块的作用下，喷施作业模块能适应田间幅宽的变化；所述料液供给控制模块包括料液箱，与料液箱的出液口连接的且与主控制模块电连接的控制阀，与控制阀连接的主输料管，所述主输料管设有与主控制模块电连接的料液计量传感器；所述主输料管通过料液管自动收放模块与喷施作业模块连接。

3.根据权利要求2所述的悬浮式喷施作业系统，其特征在于，所述料液管自动收放模块包括卷管机，与主控制模块电连接的能控制卷管机转动的自动收放控制器，所述卷管机上设有卷管机料液管，卷管机料液管的一端与料液供给控制模块的主输料管连接，其另一端连接至喷施作业模块以提供料液；所述料液管自动收放模块还包括用于固定卷管机的支架，所述支架上设有可让卷管机料液管贯穿的对卷管机料液管起引导作用的料液管引导器。

4.根据权利要求3所述的悬浮式喷施作业系统，其特征在于，所述主动力底盘和/或副动力底盘上设有带通孔的且可让管线穿过通孔的挡板。

5.根据权利要求1所述的悬浮式喷施作业系统，其特征在于，所述喷施作业模块由多个喷施单元连接而成，所述喷施单元包括管道，设置在管道上能使喷施单元悬浮在空中的动力组件和悬浮控制器，设置在管道内的喷施单元料液管和提供给动力组件以及悬浮控制器电力的喷施单元导电线，所述喷施单元料液管设有喷头突出于管道，相邻的喷施单元的喷施单元料液管和喷施单元导电线可插接连接；处于喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元料液管与料液供给控制模块连接以获取料液，处于喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元导电线连接至主控制模块以从电源模块获取电力和进行信号交互；悬浮控制器用于控制动力组件提供升力、向主控制模块发送工况信息和接收主控制模块的指令，使喷施单元的悬浮和移动状态同步，使喷施作业模块与主动力底盘、副动力底盘相互协同前进。

6.根据权利要求5所述的悬浮式喷施作业系统，其特征在于，所述喷施单元的末端通过柔性件连接使得相邻的喷施单元可弯折叠合。

7.根据权利要求6所述的悬浮式喷施作业系统，其特征在于，所述柔性件包括错位相接的扩展连接器，错位相接的扩展连接器的错位相接部位通过螺栓活动连接。

8.根据权利要求1所述的悬浮式喷施作业系统，其特征在于，所述主动力底盘和/或副动力底盘上设有喷施单元回收控制模块；所述喷施单元回收控制模块包括与主控制模块电连接的控制器以及在控制器的作用下实现转动的滚动机构；所述滚动机构上有隔板，隔板使各喷施单元有序定位缠绕；所述滚动机构前端设有可让喷施单元动力组件自动回正的梳齿，使各喷施单元缠绕到位后互不干扰。

一种悬浮式喷施作业系统

技术领域

[0001] 本申请涉及田间喷施作业的喷施技术器械领域，尤其涉及一种悬浮式喷施作业系统。

背景技术

[0002] 我国的农药和化肥的喷施技术水平较低，喷施机械主要以手动和小型电动喷雾机为主，拖拉机悬挂式植保机约占0.57%左右。地面机械对作物和田间地面有较严重的破坏作用；人工背负式喷施机械，作业效率低下，浪费人力物力。常规方法喷施药剂时，只有25%~50%的药剂喷洒在作物上，大部分以挥发、漂移等形式丧失，农药利用率低。据统计，目前我国大田作物上农药的利用率约为30%左右，远低于发达国家50%的平均水平。常规的喷施作业方式不仅对农业资源的利用率较低，增加了生产成本，而且不适当施用方式还会造成水土污染，破坏生态系统平衡，甚至对人们的健康造成威胁，无法适应现代化工业发展的要求。

[0003] 为了改善喷施作业的质量，提高农药的有效利用率，一些先进的喷施技术陆续在国内外应用，主要包括风送低量喷雾、风送远程喷雾、大型喷杆喷雾、有人驾驶航空喷施、无人驾驶航空喷施等。但现有技术都存在不同的局限，例如：

[0004] (1)喷杆喷雾机械，通常采用拖拉机悬挂式，常见机型有Ntech公司的GreenSeeker RT200喷雾系统、AMAZONE公司UX系列喷雾机、John Deere公司的4030系列喷药机 、中国农业机械化科学研究院的3WQX系列风幕式喷杆喷雾机等，最大作业幅宽可达36米，作业效率高；并可独立控制喷头的开闭，实现精确喷药。但随着作业幅宽的增加，该机械的作业质量和工作可靠性随之下降，表现为：随着作业幅宽的增加，需要更大型的动力机械与之配套，喷施机械的整体重量增加，田间作业通过性能下降，能耗加大，作业成本上升；在喷雾作业时，由于农田土地的高低不平，机械行走时喷杆易产生摆动，难以使喷杆与地面保持平行地移动；随着喷杆长度的增加，喷杆的平衡更难控制，两端易触地，造成部件损坏；而且喷杆随动力机械行走时难免会产生振动，易造成喷杆横梁损坏；此外，在对农艺要求行距较小的作物进行喷施作业时，由于拖拉机等动力机械难以进入田块，因此其喷施功能受到很大限制，尤其是水田作物，例如水稻，行距小，而且当水稻生长至封行期后，行垄不清晰，采用喷杆喷雾机械难以进入田块实现喷药作业。

[0005] (2)风送喷雾机，通常安装于路面车辆上，在液力喷雾的基础上加上高速离心风机送风系统，以达到对雾滴的二次雾化和远程喷雾，雾化效果好，且能将雾滴由近至远形成雾帘，射程远，雾滴分布均匀，穿透力强，劳动强度低，工作效率高。但该机械存在雾滴易漂移、精确控制喷施效果较差等局限，通常用于高大作物、果树以及森林等大面积喷施作业，较难适应对农艺要求行距较小的作物进行喷施作业的需要；此外，在需要增加射程的大田块作物喷施作业时，对风机功率的需求急剧增加，而且喷施精度不易控制。

[0006] (3)航空喷施作业具有效益高、速度快、突击能力强、防控效果好等优点，且不受作物长势的限制，可解决作物生长中后期地面机械难以下田作业的问题。目前用于航空喷施

作业的飞行器主要包括有人驾驶的大型固定翼农用飞机、直升飞机、动力伞以及无人驾驶的单旋翼直升飞机、非共轴多旋翼直升飞机等。有人驾驶的飞机作业效率高，但存在需要专用机场、维护成本高、往返机场加注药液周期长、航空管制严格等诸多问题。无人驾驶的飞机由于具有无需专用机场、专业飞行员、维护成本低以及航空管制少等特点，而且具有飞行高度低、作业效率及精度高、作业地形适应性广等优点，越来越在农业生产中得到广泛关注。但无人驾驶航空喷施作业对于普通务农人员而言，价格仍显得昂贵，且危险性较高。此外，无人驾驶飞行器有效载荷量小、作业续航时间短也是制约其快速发展的关键问题。

[0007] 为克服上述局限，专利CN104002974A、CN104512551A、CN105794758A、CN103754368A、CN101518222A、CN104738012A等公开了几种地面和空中相结合的喷施作业方式，这些现有技术方案虽然能减轻飞行负载，延长飞行时间，但均存在空中部分操控难度大、同步性不够精准等共性问题。特别是采用氢气球或氦气球提供升力的喷施作业方式，除了上述问题外，还存在风阻大、安全隐患(氢气易爆)、成本高(氦气回收不便难以二次利用)等问题。

实用新型内容

[0008] 有鉴于此，本实用新型的目的在于克服现有技术的不足，提供一种能降低操控难度、提高喷施精度的悬浮式喷施作业系统。

[0009] 为了解决上述技术问题，本实用新型采用如下方案实现：

[0010] 一种悬浮式喷施作业系统，包括能相互协同前进的主动力底盘和副动力底盘，以及在系统正常工作时悬浮于主动力底盘和副动力底盘之间的能对田间进行喷洒作业的喷施作业模块，所述主动力底盘和/或副动力底盘上设有能提供给喷施作业模块工作所需物料的料液供给控制模块，以及设有用于供应电力的电源模块，所述主动力底盘或副动力底盘上还设有利用电连接方式控制主动力底盘、副动力底盘和各模块工作的主控制模块。

[0011] 本申请中，主控制模块控制主动力底盘和副动力底盘同步前进，喷施作业模块悬浮在主动力底盘和副动力底盘上，控制料液供给控制模块对喷施作业模块进行料液供给，喷施作业模块将料液喷洒至田间。主动力底盘和副动力底盘运行于相对的田埂上，不会对田间造成破坏，喷施作业模块能随着主动力底盘和副动力底盘前进，其自身具有动力，幅宽能与田间幅宽相适应，不会受到长度限制，由于自身动力悬浮，不会由于过长而抖动，提高喷施精度。当田间幅宽过大的时候，为了能提供喷施的作业效率，可以在主动力底盘和副动力底盘上均设有料液供给控制模块，通过主控制模块的控制，从料液供给控制模块的两端进行料液供给，有效提高料液供给效率。对于田间幅宽较小的时候，在主动力底盘或副动力底盘上设置料液供给控制模块即可，由于田间幅宽较小，单侧料液供给的效果也能得到较好的保证。主动力底盘和/或副动力底盘上通过料液管线和导电管线与喷施作业模块连接以实现供液供电。喷施作业模块悬浮于主动力底盘和副动力底盘之间的空中，随着主动力底盘和副动力底盘的协同前进，主控制模块也同时控制喷施作业模块同时前进。料液管线和导电管线除了实现供液供电功能外，由于田间幅宽大，两端的管线还能对喷施作业模块实现牵引，防止大风对喷施作业模块造成大幅度的摆动，提供喷施精准度。主控制模块还可以调整喷施作业模块的高度，以适应不同场景的应用。若只有一端管线进行供液供电，则另一端也可以通过管线与对应的动力底盘缠绕连接，已达到牵引的目的。

[0012] 主动力底盘和副动力底盘的协同前进采用激光测距技术，从而控制主动力底盘和副动力底盘在前进中保持固定的车距，从而协同前进。例如主动力底盘和副动力底盘上分别设有与主控制模块电连接的激光发射器和激光接收器，通过激光测距得到信息反馈至主控制模块，从而控制协同前进。再如，在主动力底盘和副动力底盘上设置相应的能检测速度的传感器，主控制模块与传感器电连接获取当前的速度，从而控制主动力底盘和副动力底盘协同前进。这里的控制模块可以设置不同的传感器根获取当前系统的信息，如速度传感器、高度传感器等，从而根据这些信息对系统做出更为优化的控制。

[0013] 本申请电源模块可给各模块供电，也可以作为主动力底盘和副动力底盘的动力来源。当然，电源模块仅为各模块供电，而主动力底盘和副动力底盘由传动发动机进行传动，并可给电源模块供电。本申请述及的电连接应该理解为，模块之间通过接受或发出控制信号(有线信号、无线信号等)，从而完成一种特定的动作。

[0014] 本申请的系统在正常工作的时候，主动力底盘和副动力底盘分别行驶在相对应的田埂上，由于田埂的特性，使得主动力底盘和副动力底盘在前进过程中，两者之间的宽幅会发生变化。为了适应这种田间幅宽的变化，避免供液供电的管线发生破裂或者造成喷施作业模块的抖动，本申请中通过在设置有料液供给控制模块的主动力底盘和/或副动力底盘上还设有料液管自动收放模块，所述料液供给控制模块通过料液管自动收放模块与喷施作业模块连接，使得在料液管自动收放模块的作用下，喷施作业模块能适应田间幅宽的变化。当主控制模块通过激光测距获知当前的宽幅距离发生变化的时候，能控制料液管自动收放模块进行收卷或伸展，使得喷施作业模块能适应宽幅的变化，避免由于宽度的变化造成对喷施作业模块的破坏。

[0015] 进一步的，所述料液供给控制模块包括料液箱，与料液箱的出液口连接的且与主控制模块电连接的控制阀，与控制阀连接的主输料管，所述主输料管设有与主控制模块电连接的料液计量传感器；所述主输料管通过料液管自动收放模块与喷施作业模块连接。主控制模块通过料液计量传感器获知料液的供给状态，其根据喷施作业模块的工作状态，通过控制阀调整料液的供给，以满足不同场景的作业要求。

[0016] 料液管自动收放模块充当料液供给控制模块与喷施作业模块之间缓冲模块，以适应田间幅宽的变化，本申请中，所述料液管自动收放模块包括卷管机，与主控制模块电连接的能控制卷管机转动的自动收放控制器，所述卷管机上设有卷管机料液管，卷管机料液管的一端与料液供给控制模块的主输料管连接，其另一端连接至喷施作业模块以提供料液。当主控制模块获知当前幅宽发生变化的时候，通过控制自动收放控制器控制卷管机的转动，使得卷管机料液管的长度发生收缩或伸展以适应田间幅宽的变化，避免供液管线的断裂(供电管线与料液管一体成形)。

[0017] 在系统的工作过程中，料液管自动收放模块处于一个动态的工作过程，即卷管机能随着田间幅宽的变化而动态调整，使得卷管机料液管的伸长或收缩也处于动态的过程，为了避免卷管机料液管在工作过程中发生偏移而缠绕其他部件，本申请中，所述料液管自动收放模块还包括用于固定卷管机的支架，所述支架上设有可让卷管机料液管贯穿的对卷管机料液管起引导作用的料液管引导器。通过料液管引导器对卷管机料液管进行引导，保证其伸缩功能，避免缠绕其它部件。

[0018] 喷施作业模块在工作的时候，悬浮于主动力底盘和副动力底盘之间的上空，由于

其通过料液管线和导电管线来获取料液和电力，为了便于布线，所述主动力底盘和/或副动力底盘上设有带通孔的且可让管线穿过通孔的挡板。通过挡板的设置，避免料液管线和导电管线发生混乱。再者，在喷施作业模块在受到大风吹摆的时候，挡板也能很好的限制喷施作业模块，使得喷施作业更为精准。

[0019] 进一步的，对于喷施作业模块，所述喷施作业模块由多个喷施单元连接而成，所述喷施单元包括管道，设置在管道上能使喷施单元悬浮在空中的动力组件和悬浮控制器，设置在管道内的喷施单元料液管和提供给动力组件以及悬浮控制器电力的喷施单元导电线，所述喷施单元料液管设有喷头突出于管道，相邻的喷施单元的喷施单元料液管和喷施单元导电线可插接连接；处于喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元料液管与料液供给控制模块连接以获取料液，处于喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元导电线连接至主控制模块以从电源模块获取电力和进行信号交互；悬浮控制器用于控制动力组件提供升力、向主控制模块发送工况信息和接收主控制模块的指令，使喷施单元的悬浮和移动状态同步，使喷施作业模块与主动力底盘、副动力底盘相互协同前进。

[0020] 主控制模块控制动力组件的动作(动力组件可采用常见的动力零件，如螺旋桨+电极的形式)，带动整个喷施作业模块悬浮在主动力模块和副动力模块之间的上空，避免因为地面高低不平而使得喷施作业模块产生强烈的震动。进一步的，可通过在喷施作业模块上设置有与主控制模块电连接的测高传感器，实时测量喷施作业模块的离地高度，便于调节喷施作业模块，协调各喷头的作业高度。整个喷施作业模块通过多个独立的喷施单元连接而成，这种模块化的设计可根据田间幅宽而调整喷施单元的数量，大大拓展了应用场景。

[0021] 当然，喷施作业模块的动力来源也可以不采用相应底盘上的电源供电，可在喷施单元上设置相应的电源以及控制器，通过与主控制模块的电连接，控制动力组件的工作。

[0022] 为了能方便对喷施作业模块进行收纳整理，所述喷施单元的末端通过柔性件连接使得相邻的喷施单元可弯折叠合。相邻的喷施单元之间通过柔性连接，避免喷施单元因振动产生的摆动，使得整个喷施作业模块运作更为平稳，喷施更为精准。

[0023] 进一步的，所述柔性件包括错位相接的扩展连接器，错位相接的扩展连接器的错位相接部位通过螺栓连接。这种连接方式使得相邻的喷施单元容易弯曲叠合。由于第一扩展连接器和第二扩展连接器错位相接实现弯曲叠合，因此在收纳的时候，喷施单元能顺着同一方向弯曲叠合，不会对喷施单元造成损坏(如动力组件)。

[0024] 为了提高对喷施作业模块的收纳效率，所述主动力底盘和/或副动力底盘上设有喷施单元回收控制模块；所述喷施单元回收控制模块包括与主控制模块电连接的控制器以及在控制器的作用下实现转动的滚动机构；所述滚动机构上有隔板，隔板使各喷施单元有序定位缠绕；所述滚动机构前端设有可让喷施单元动力组件自动回正的梳齿，使各喷施单元缠绕到位后互不干扰。

[0025] 上述悬浮式喷施系统的控制方法包括如下两种：

[0026] 第一种：可拆卸回收方式

[0027] a、作业前，首先将主动力底盘和副动力底盘分别置于作业田块两端对应的田埂上，调节两个动力底盘于同步位置，将喷施作业模块横跨在目标田间，喷施作业模块两端分别连接在主动力底盘和副动力底盘上，喷施单元的喷施单元导电线和喷施单元料液管连接在料液管自动收放模块上，主控制模块控制各喷施单元的动力组件启动，产生的升力将整

个喷施作业模块悬浮置于作物上方，调整好作业高度。

[0028] b、作业中，主控制模块控制主动力底盘和副动力底盘沿田块协调运动，使喷施作业系统能够覆盖整个喷施区域，由于各喷施单元是独立的单元模块，由柔性件连接，作业过程中通过控制动力组件调节各喷施单元的悬浮高度，实时平衡动力底盘行走和外在因素等产生的振动。主控制模块控制料液供给控制模块通过主输料管将料液输送至各喷施单元的喷头处。过程中，若田间的作业幅宽发生变化，主控制模块控制料液管自动收放模块将卷管机料液管进行收放，根据实际的幅宽进行喷施作业。

[0029] c、作业后，首先关闭料液供给控制模块，停止向喷施单元输送料液，动力底盘停止前进，主控制模块控制动力组件将喷施作业模块缓慢、平稳降至地面，再将喷施作业模块两端从主动力底盘和副动力底盘上拆卸下来，折叠收回。

[0030] 第二种：缠绕回收方式

[0031] a、作业前，首先将主动力底盘和副动力底盘置于作业田块同一端对应的田埂上，将喷施作业模块的一端连接在主动力底盘上，接上导电管线和料液管线，主控制模块控制喷施单元回收控制模块启动，将缠绕的喷施单元展开，启动副动力底盘沿幅宽方向前进，牵引喷施作业模块的另一端展开，同时控制已经伸出的各喷施单元上的动力组件启动产生升力，控制喷施单元悬浮置于作物上方，待喷施作业系统覆盖整体田间区域，控制副动力底盘停止前进，并转向作业方向。

[0032] b、作业中，主控制模块控制主动力底盘和副动力底盘沿田块协调运动，使喷施作业系统能够覆盖整个喷施区域，作业过程中通过控制的动力组件调节各喷施单元的悬浮，实时平衡动力底盘行走和外在因素产生的振动。主控制模块控制料液供给控制模块通过主输料管将料液输送至各喷施单元的喷头处。过程中，若田间的作业幅宽发生变化，主控制模块控制料液管自动收放模块将料液管进行收放，根据实际的幅宽进行喷施作业。

[0033] c、作业后，首先关闭料液供给控制模块，停止向喷施单元输送料液，动力底盘停止前进，断开喷施作业系统与主动力底盘的连接，主控制模块控制各喷施单元的螺旋桨从与副动力底盘连接的一端开始依次关闭，接着启动喷施单元回收控制模块，将各喷施单元收回缠绕起来。

[0034] 与现有技术相比，本实用新型具有如下有益效果：

[0035] 本申请设置的主动力底盘和副动力底盘分别行驶在对应的专用行车道上，通过两个动力底盘的同步来控制整个喷施作业系统的同步，降低了操控难度，提高了同步作业的控制精度；喷施作业模块的喷施单元自带悬浮动力组件，可以根据需要自由扩展，使整套系统单次作业覆盖的范围更宽，作业效率高，同时减少了机具下田带来的压伤损失；喷施作业模块悬浮于主动力底盘和副动力底盘之间的上空，其自身具有动力，能随着主动力底盘和副动力底盘前进，风阻小，不会发生大幅度的摆动，从而了提高喷施精准度；喷施单元之间通过柔性件连接避免发生共振，且可方便快捷的折叠收纳；喷施作业系统配有料液管自动收放模块和喷施单元回收控制模块，可根据实际的喷施作业幅宽自动调整，使整个喷施作业系统的操作变得更简便、快捷、可靠。

附图说明

[0036] 图1为实施例1悬浮式喷施作业系统结构示意图；

[0037] 图2为实施例1喷施作业模块中单个喷施单元结构示意图；

[0038] 图3为实施例1料液供给控制模块结构示意图；

[0039] 图4为实施例1料液管自动收放模块结构示意图；

[0040] 图5为实施例1喷施单元回收控制模块结构示意图；

[0041] 图6为实施例1喷施单元回收控制模块回收喷施单元后示意图。

具体实施方式

[0042] 为了让本领域的技术人员更好地理解本实用新型的技术方案，下面结合附图对本实用新型作进一步阐述。

[0043] 如图1~6所示，一种悬浮式喷施作业系统，包括能相互协同前进的主动力底盘6和副动力底盘1，以及在系统正常工作时悬浮于主动力底盘6和副动力底盘1之间的能对田间进行喷洒作业的喷施作业模块。所述主动力底盘1上设有能提供给喷施作业模块工作所需物料的料液供给控制模块8，以及设有用于供应电力的电源模块7，所述副动力底盘1上设有用于回收喷施作业模块的喷施单元回收控制模块2，所述主动力底盘6还设有利用电连接方式控制主动力底盘6、副动力底盘1和各模块工作的主控制模块5。

[0044] 设置有料液供给控制模块8的主动力底盘6上还设有料液管自动收放模块9，所述料液供给控制模块8通过料液管自动收放模块9与喷施作业模块连接，使得在料液管自动收放模块9的作用下，喷施作业模块能适应田间幅宽的变化。

[0045] 所述料液供给控制模块8包括料液箱81，与料液箱81的出液口连接的且与主控制模块5电连接的控制阀84，与控制阀84连接的主输料管83，所述主输料管83设有与主控制模块5电连接的料液计量传感器83；所述主输料管82通过料液管自动收放模块9与喷施作业模块连接。

[0046] 所述料液管自动收放模块9包括卷管机91，与主控制模块5电连接的能控制卷管机91转动的自动收放控制器95(两者之间皮带传动)，所述卷管机91上设有卷管机料液管92，卷管机料液管92的一端与料液供给控制模块8的主输料管82连接，其另一端连接至喷施作业模块以提供料液。所述料液管自动收放模块9还包括用于固定卷管机91的支架94，所述支架94上设有可让卷管机料液管92贯穿的对卷管机料液管92起引导作用的料液管引导器93。

[0047] 所述主动力底盘6上设有带通孔的且可让管线穿过通孔的挡板。所述副动力底盘1上设有带通孔的且可让管线穿过通孔的挡板11。

[0048] 所述喷施作业模块包括多个喷施单元4连接而成，所述喷施单元4包括管道42，设置在管道42上能使喷施单元4悬浮在空中的动力组件(所述动力组件包括电机43和设置在电机43上的螺旋桨44)，设置在管道42内的喷施单元料液管47和提供给动力组件电力的喷施单元导电线46，所述喷施单元料液管47设有喷头45突出于管道42，相邻的喷施单元的喷施单元料液管和喷施单元导电线插接连接；处于喷施作业模块末端(图1的A端)的喷施单元的喷施单元料液管通过料液管线穿过挡板与料液管自动收放模块9的卷管机料液管92连接以获取料液，处于喷施作业模块末端(图1的A端)的喷施单元的喷施单元导电线通过导电管线穿过挡板连接至主控制模块5以从电源模块7获取电力。喷施作业模块的另一端(图1的B端，其通过管线穿过挡板11缠绕在喷施单元回收控制模块的控制器上)。

[0049] 所述喷施单元4的末端通过柔性件3连接使得相邻的喷施单元4可弯折叠合。所述

柔性件3包括错位相接的扩展连接器(喷施单元4的两端设有扩展连接器48和扩展连接器49,相邻的喷施单元的扩展连接器48或扩展连接器49错位相接连接),错位相接的扩展连接器的错位相接的部位通过螺栓活动连接(这里的活动连接为通过螺栓连接后,相邻的喷施单元可弯折叠合)。

[0050] 所述喷施单元回收控制模块2包括与主控制模块5电连接的控制器22以及在控制器22的作用下实现转动的滚动机构21。所述滚动机构21的截面呈三角形(当然截面的形式可为四边形、五边形等)。

[0051] 操作方法:

[0052] 第一种:

[0053] (a)在作业前准备阶段,首先将主动力底盘和副动力底盘置于作业田块同一端对应的行车道上,主控制模块控制喷施单元回收控制模块启动,将缠绕的喷施单元依次展开,直到喷施作业模块覆盖的宽度大于主动力底盘和副动力底盘之间的距离;喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元料液管与料液供给控制模块连接,喷施单元导电线连接至主控制模块;启动料液管自动收放模块,使喷施作业模块各管线的张紧力适中;启动各喷施单元的动力组件及悬浮控制器,控制整个喷施作业模块悬浮置于作物冠层上方;启动料液供给控制模块,将料液输送到料液管。

[0054] (b)在喷施作业阶段,通过操控主动力底盘和副动力底盘沿田块协调运动,使喷施作业模块能够覆盖整个喷施区域;主控制模块根据作业速度协调控制各喷施单元的姿态及喷施量;田块不规则时,料液管自动收放模块自动调整料液管的长度,以适应作业幅宽的变化。

[0055] (c)在作业后清理阶段,首先关闭料液供给控制模块,停止向喷施单元输送料液;动力底盘停止前进;通过主控制模块控制关闭各喷施单元的动力组件;将料液管中的残留液体清理干净;断开喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元料液管与料液供给控制模块的连接,断开喷施单元导电线至主控制模块的连接;启动喷施单元回收控制模块,将各喷施单元收回并有序缠绕在滚动机构上。

[0056] 第二种:(不使用喷施单元回收控制模块,在作业前、后采用手动装、拆的模式)

[0057] (a)在作业前准备阶段,首先将主动力底盘和副动力底盘置于作业田块同一端对应的行车道上,根据主动力底盘和副动力底盘之间的距离,确定用于拼接的喷施单元个数,将各喷施单元通过柔性件逐个连接,同时料液管和导电线也逐个连接,直到喷施作业模块覆盖的宽度大于主动力底盘和副动力底盘之间的距离;喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元料液管与料液供给控制模块连接,喷施单元导电线连接至主控制模块;启动料液管自动收放模块,使喷施作业模块各管线的张紧力适中;启动各喷施单元的动力组件及悬浮控制器,控制整个喷施作业模块悬浮置于作物冠层上方;启动料液供给控制模块,将料液输送到料液管。

[0058] (b)在喷施作业阶段,通过操控主动力底盘和副动力底盘沿田块协调运动,使喷施作业模块能够覆盖整个喷施区域;主控制模块根据作业速度协调控制各喷施单元的姿态及喷施量;田块不规则时,料液管自动收放模块自动调整料液管的长度,以适应作业幅宽的变化。

[0059] (c)在作业后清理阶段,首先关闭料液供给控制模块,停止向喷施单元输送料液;

动力底盘停止前进；通过主控制模块控制关闭各喷施单元的动力组件；将料液管中的残留液体清理干净；断开喷施作业模块末端的喷施单元的喷施单元料液管与料液供给控制模块的连接，断开喷施单元导电线至主控制模块的连接；拆卸各喷施单元连接处，回收贮存各喷施单元。

[0060] 上述实施例仅为本实用新型的其中具体实现方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本实用新型专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本实用新型构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些显而易见的替换形式均属于本实用新型的保护范围。

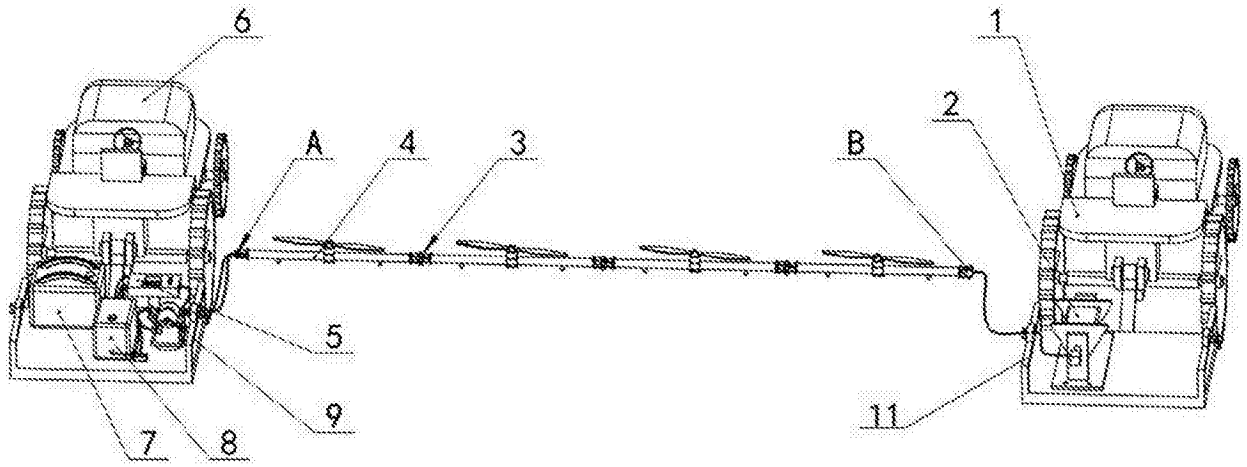


图1

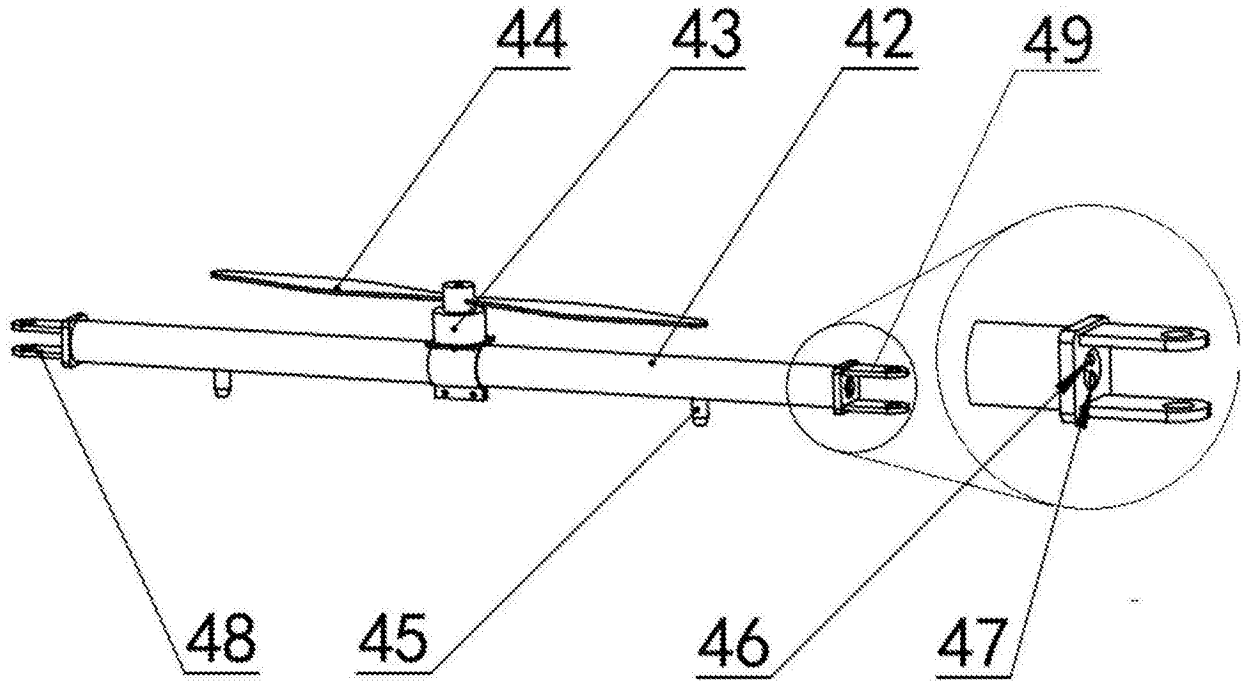


图2

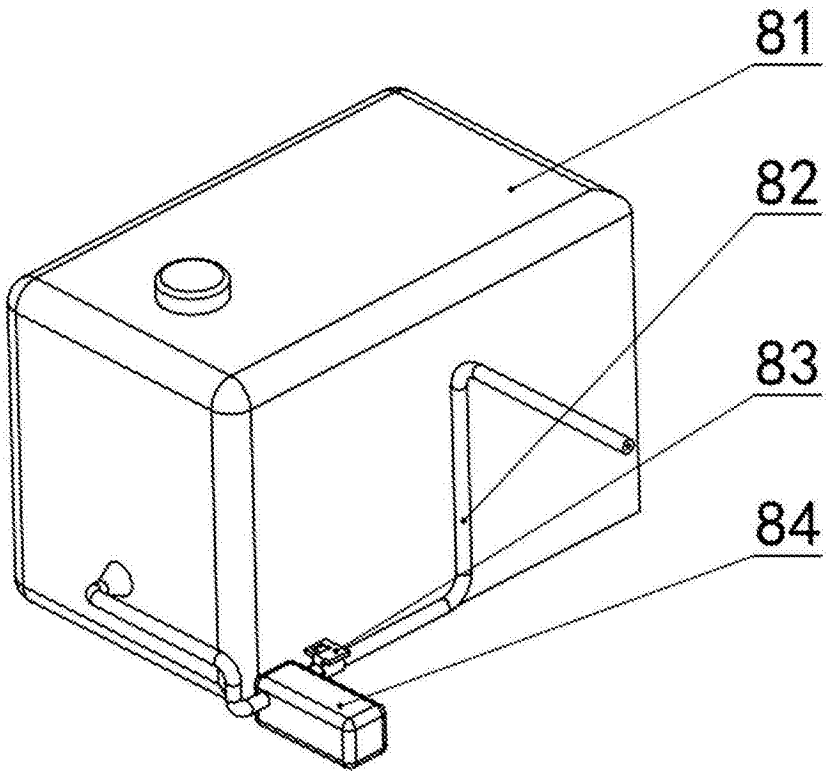


图3

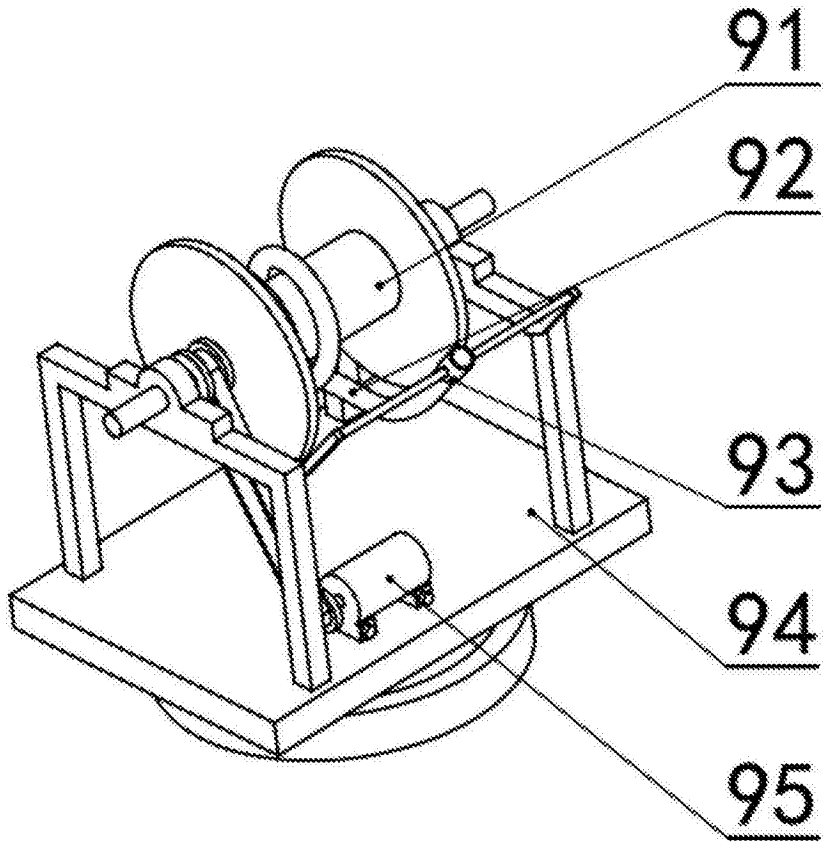


图4

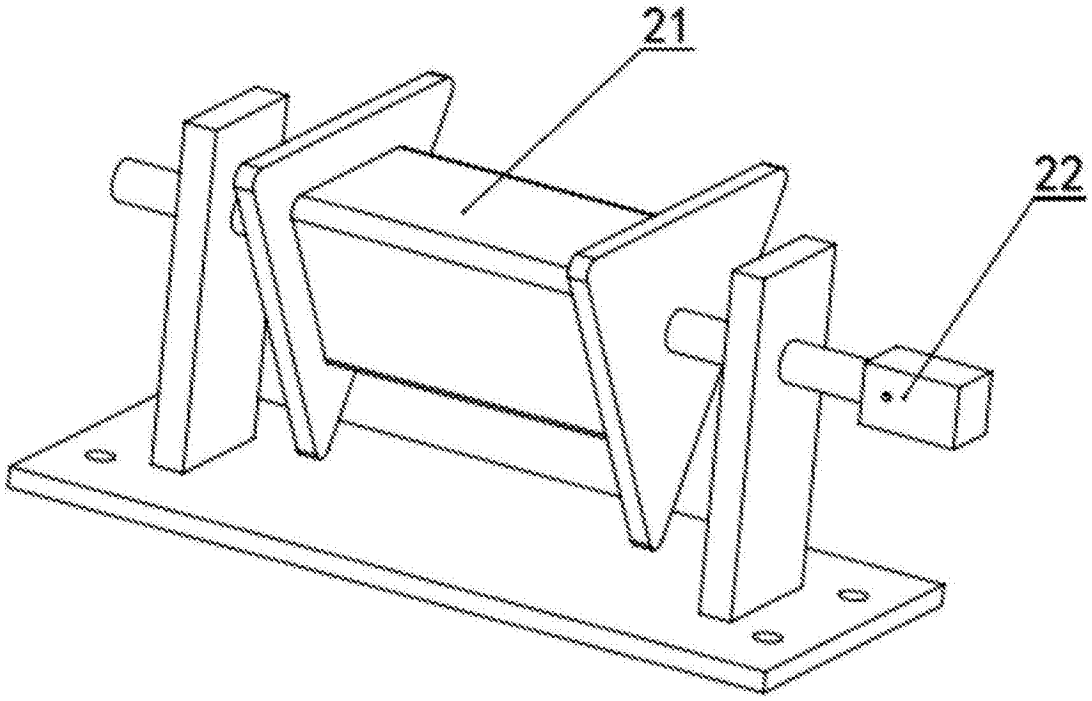


图5

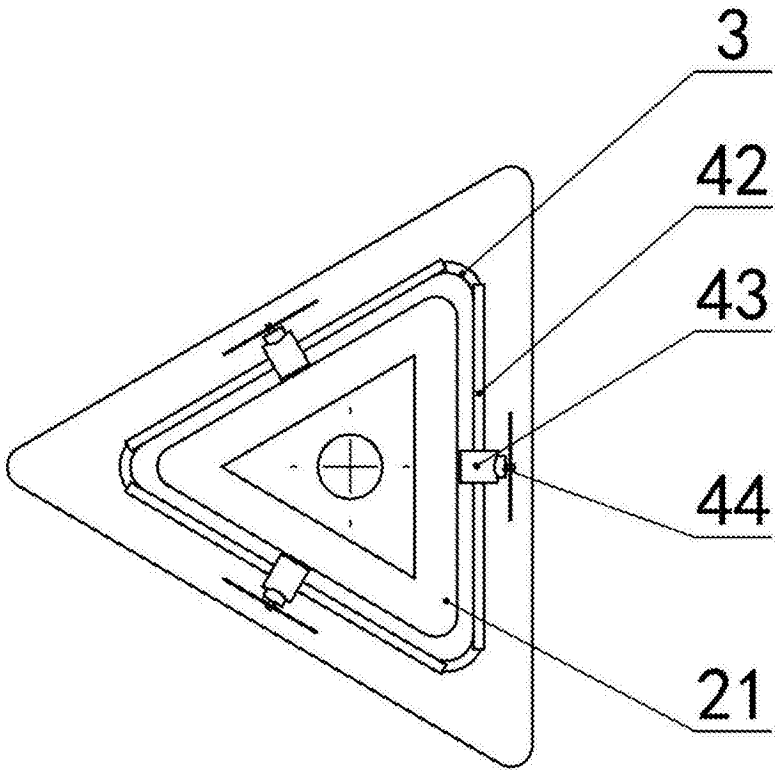


图6