



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115735561 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 04

(21) 申请号 202211448431.5

(22) 申请日 2022.11.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115735561 A

(43) 申请公布日 2023.03.07

(73) 专利权人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南
通大街145号哈尔滨工程大学科技处
知识产权办公室

(72) 发明人 姜凤春 韩筱凡 李培仪 徐元浩

董涛 李海新 杨振林 高华兵

孙齐 董万鹏

(51) Int. Cl.

A01D 46/30 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109640620 A, 2019.04.16

CN 111587665 A, 2020.08.28

审查员 李龙

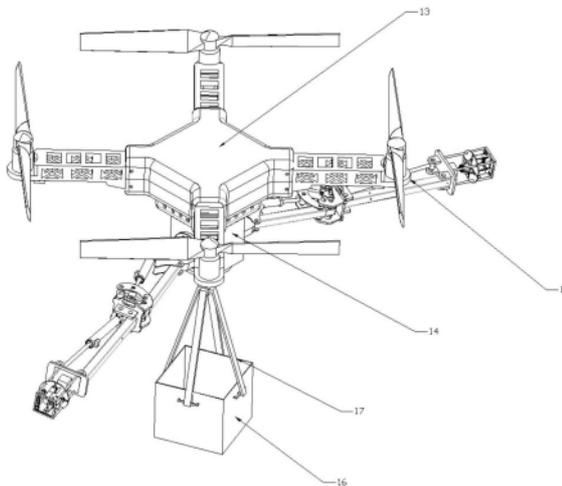
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于数字化的果实采摘智能无人机

(57) 摘要

本发明提供了一种基于数字化的果实采摘智能无人机,针对果树多处丘陵地带,地势较为崎岖,同时果树相较于地面较高,现有技术无法完成采摘工作,又无法充分保护果实外表皮。本发明可以实现自动识别果实、抓取、切割果梗等功能;同时无人机配备5G信号设备和数字孪生系统,可以从远端进行果实采摘监控和预测,并保证其在外完成采摘工作的信号良好;其中无人机采摘机械臂采用视觉图像处理配合压力传感器,可以完成无人机自主识别果实位置与大小;数字孪生系统进行果实采摘预测并且实时监控采摘设备的健康状况,如遇设备损坏可及时返航进行维修;果实采摘篮配有重力传感器,可自行完成任务进行返航。果实采摘无人机可以减少人力的劳动强度,提升采摘工作效率。



1. 一种基于数字化的果实采摘智能无人机,其特征在于:包括四翼无人机主体,无人机主体下方万向传输装置和动力传输总成,装载在万向传输装置两侧的可伸缩的四轴机械臂,四轴机械臂末端由可进行自动识别抓取的末端执行器组成,万向传输装置下方装备可拆卸式果实采摘篮,所述四轴机械臂由末端执行器、液压杆、机械臂连接杆、机械臂异形连接板和可转动底座组成;末端执行器由采摘指、推杆、卡环、连杆、机架、销、电机驱动器、压力传感器、视觉传感器和单片机组成,所述四轴机械臂可进行多自由度自由旋转,包括XYZ轴平移,X轴旋转;机械臂异形连接板,机械臂连接杆和液压杆通过轴连接在机械臂异形连接板两侧,下方液压杆和机械臂杆件通过螺钉固定在机械臂异形连接板上,末端执行器依靠轴与液压杆和机械臂杆件相连接,保证轴与杆件、轴孔之间为间隙配合,可以自由转动;所述末端执行器内部设置有视觉传感器和压力传感器,所述视觉传感器对果实种类、大小和位置进行感知,通过数据分析对果实进行判断,利用数字孪生系统对果实采摘路径进行模拟和规划,根据模拟结果对果实采摘路径提出最优化方案,无人机根据最优化方案对果实进行采摘,利用压力传感器对果实进行压力感知,保证在包裹果实的同时最大程度保护果实表皮,通过切割刀片对果梗进行切割,将果实放置于果实采摘篮中完成采摘,果实采摘篮通过重力传感器感知采摘果实重量,当达到所需重量后,无人机自动返航。

2. 根据权利要求1所述的基于数字化的果实采摘智能无人机,其特征在于:所述四轴机械臂与万向传动装置之间依靠导轨相连接,保证机械臂与万向传动装置之间可以自由转动;万向传动装置中装有电路总成,由无人机内部电池向万向传动装置和机械臂进行供电,万向传动装置下方装有挂绳,果实采摘篮依靠挂钩与挂绳相连接,挂绳与万向传动装置连接处装有重力传感器。

3. 根据权利要求2所述的基于数字化的果实采摘智能无人机,其特征在于:所述末端执行器的四根采摘指固定于机架,依靠连杆连接电机驱动器,压力传感器均布在四根采摘指内侧,视觉传感器固定于机架,通过视觉传感器对果实种类、大小和位置进行识别,单片机通过接收传感器信号,对中央控制器发出指令,数字孪生系统根据视觉传感器所发出的数据进行虚拟采摘的路径模拟,提出最优采摘路径,根据最优采摘路径对机械臂以及末端执行器发出指令同时无人机调整自身姿态,机械臂和末端执行器根据指令对果实进行摘取,末端执行器中的采摘指内侧均布压力传感器,根据果实种类和大小,当压力达到阈值,采摘指停止运动,末端执行器顶端切割装置对果梗进行切割,完成果实采摘过程,切割完毕后单片机将信号传输至中央控制器,并根据中央控制器指令,四轴机械臂将果实放置于果实采摘篮中。

4. 根据权利要求3所述的基于数字化的果实采摘智能无人机,其特征在于:所述重力传感器设置在万向传动装置与挂绳的连接处。

5. 根据权利要求4所述的基于数字化的果实采摘智能无人机,其特征在于:所述动力传输总成包括万向装置动力传输装置和机械臂动力传输装置。

6. 根据权利要求5所述的基于数字化的果实采摘智能无人机,其特征在于:所述四翼无人机主体,其内部装遥感装置、GPS定位装置、中央控制器、设备检测芯片以及小型5G信号接收装置。

7. 根据权利要求6所述的基于数字化的果实采摘智能无人机,其特征在于:所述遥感装置与GPS定位装置可使无人机迅速准确到达果实采摘地点,无需人工运输并无需在果树下

进行遥控；

所述设备检测芯片,采用数字孪生系统,可进行行为预测与模拟,在果实摘取过程中可通过计算与模拟抓取动作提供最优果实采摘角度与方位,合理规划采摘路径,从而最大程度保护果实;同时对无人机设备以及机械臂设备进行健康状况检测,避免设备在采摘过程中发生损毁情况,针对不同果实的种类、大小和状态,数字孪生系统会针对果实进行采摘评估,并与实际采摘后果实进行对比,确保没有出现溃烂的果实;

所述小型5G信号接收装置,其内置于无人机主体内部,由于果实采摘工作进行过程中大量果树会对信号进行屏蔽,5G信号接收装置保证无人机接收信号稳定,将实时位置和采摘情况进行反馈。

一种基于数字化的果实采摘智能无人机

技术领域

[0001] 本发明涉及农业无人机技术领域,特别是涉及一种基于数字化的果实采摘智能无人机。

背景技术

[0002] 采摘水果是根据果实成熟时期来进行的农业活动,农忙时人工采摘果实,不仅效率低下,果实也可能会因为匆忙采摘,品质没有保障。

[0003] 开发、利用采摘机器人来进行采摘活动,能够有效的提高收获时的速度,果实的品质也能有统一的标准,消费者的体验得到了保证。但由于果树多处丘陵地带,地势较为崎岖,同时果树相较于地面较高,现有技术无法完成采摘工作,现有果实采摘设备主要是从地面进行采摘工作,依靠机械式动力传输夹取果实,人工进行果实摘取,其过程不仅对果实伤害较大,无法保护果实外表,同时由于地势崎岖,多数采摘设备无法运行,依旧需要人工控制进行摘取工作,人工成本高,劳动强度大。

[0004] 现有无人机果实采摘设备大多只针对于无法采摘高处果实的问题进行设计,少有同时兼顾对果实的外表皮保护。在进行果实采摘过程中,依旧需要人工进行果实寻找,从而操作无人机进行果实采摘,无法降低劳动强度。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对人工果实采摘效率低、果实外表皮易受损、无人机数字化和智能化程度低等问题,提供一种响应迅速、几乎无损伤果实的可自行进行果实寻找并完成采摘的果实采摘无人机设备。

[0006] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0007] 一种基于数字化的果实采摘智能无人机设备,包括四翼无人机主体,无人机主体下方万向装置和动力传输总成,装载在万向装置两侧的可伸缩的四轴机械臂,机械臂末端由可进行自动识别抓取的末端执行器组成,万向装置下方装备可拆卸式果实采摘篮。

[0008] 所述四翼无人机主体,其内部装遥感装置、GPS定位装置、中央控制器、设备检测芯片以及小型5G信号接收装置。

[0009] 所述遥感装置与GPS定位装置可使无人机迅速准确到达果实采摘地点,无需人工运输并无需在果树下进行遥控。

[0010] 所述设备检测芯片,本发明采用数字孪生系统,可进行行为预测与模拟,在果实摘取过程中可通过计算与模拟抓取动作提供最优果实采摘角度与方位,合理规划采摘路径,从而最大程度保护果实;同时对无人机设备以及机械臂设备进行健康状况检测,避免设备在采摘过程中发生损毁等情况,针对不同果实的种类、大小和状态,数字孪生系统会针对果实进行采摘评估,并与实际采摘后果实进行对比,确保没有出现溃烂的果实。

[0011] 所述小型5G信号接收装置,其内置于无人机主体内部,由于果实采摘工作进行过程中大量果树会对信号进行屏蔽,5G信号接收装置可以保证无人机接收信号稳定,可以将

实时位置和采摘情况进行反馈。

[0012] 所述万向装置,其装载于无人机正下方,依靠圆形导轨与无人机主体进行配合,其可进行旋转保证机械臂可以进行多方位采摘操作。其内置动力传输总成和电力总成,对装载于万向装置两侧的机械臂提供动力。

[0013] 所述动力传输总成包括万向装置动力传输装置和机械臂动力传输装置。

[0014] 所述机械臂动力传输装置,内置于万向装置中,依据指令对机械臂进行动力传输完成抓取动作。

[0015] 所述四轴机械臂,其可以完成XYZ轴平移运动、X轴旋转运动和末端执行器抓取运动。其与万向装置进过圆形导轨进行配合,使其能够完成X轴旋转运动,机械臂中间段由异形板进行连接,异形板两侧连接液压杆和机械臂杆件,两侧液压杆和机械臂杆件依靠轴与异形板连接,保证其可以进行旋转操作,液压杆末端与末端执行装置进行连接。

[0016] 所述末端执行装置,采用压力传感器配合视觉图像处理,可以完成采摘末端执行器自主识别果实位置与大小,通过采摘指上压力传感器,获知接触果实,由顶端自动切割装置完成切割。

[0017] 所述末端执行装置主要由控制部分和机械工作部分两个部分组成。

[0018] 所述控制部分由电机控制器、中央控制面板和开关电源组成。

[0019] 所述控制部分主要负责控制单片机的信号,当中央控制面板在接收到来自单片机传输信号,可迅速做出响应,中央控制面板连接电池组以及电机控制器来实现电机正反转,进而完成采摘指抓取、松开动作。

[0020] 所述控制部分与万向装置中动力总成相结合,单片机将信号传输至中央控制器的同时将信号传输至无人机中的中央控制器,无人机中的中央控制器根据信号对万向传动装置中的动力总成进行信号传输,由电机控制机械臂进行方位调整。

[0021] 所述机械工作部分由电机、切割装置、推杆和采摘指组成。

[0022] 所述机械工作部分主要是末端执行器的动力输出、传递,电机产生转矩通过推杆等传递到采摘手指,根据控制部分指令,控制电机进行正反转和切割装置切割运动。

[0023] 所述末端执行器主要由采摘指、推杆、卡环、连杆、机架、销、电机驱动器、压力传感器、视觉传感器、单片机等组成。

[0024] 所述采摘指、推杆、卡环、连杆、机架等,通过电机控制进行果实摘取与切割动作,采摘指通过其圆弧形外表保护果实表皮不受损害。

[0025] 所述视觉传感器,其装在机架上,对果实进行视觉识别,将信号传输至单片机中,单片机识别信号,传输至无人机中的中央控制器与末端执行器中的中央控制器,无人机中的中央控制器将对位置进行寻找,操控机械臂,末端执行器中的中央控制器将采摘指闭合信号输送至电机驱动器中,控制采摘指闭合。

[0026] 所述压力传感器,其装在采摘指内侧,通过采摘指完成闭合动作,在采摘指接触到果实时,压力传感器通过其受到压力达到阈值,对单片机传出信号。单片机识别信号后对电机驱动器发出停止指令,并由采摘指上端的切割装置对果实的果梗部分,完成切割后采摘指缓慢打开完成采摘过程。

[0027] 所述是视觉传感器与压力传感器,视觉传感器通过对果实的大小、种类和位置的识别,将信号传输至单片机中,根据不同的果实类型与大小压力传感器对于阈值进行相对

应的调整;同时数字孪生系统将根据不同的果实种类大小规划最优采摘路径。

[0028] 所述单片机针对压力传感器达到阈值所传出信号和视觉识别传感器传达图像信号进行识别,并控制电机驱动器完成相关动作。

[0029] 所述果实采摘篮,通过可拆卸式挂钩和挂绳连接在万向传动装置底端,在挂绳与万向装置连接位置安装有重力传感器,机械臂完成果实采摘工作后,单片机将信号传输至无人机内的中央控制器,其对机械臂发出指令,将完成采摘的果实放置于下方的采摘篮中,当果实篮中的果实达到重力传感器中的阈值,重力传感器向无人机中央控制器发出指令,无人机进行返航。

[0030] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机设备,其创新点在于响应迅速、对果实外表皮无损伤、可自主识别果实并自主完成摘取的无人机设备,区别于市面上一些路面果实采摘设备以及需要人工进行操控的果实采摘无人机。

[0031] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机设备,因果梗脱离时会造成果梗与表皮连接处出现损伤,其末端执行器在采摘指前端有刀片切割结构,对果梗进行切割,保护了果实表皮不受损害。

[0032] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机设备,其末端执行器四片采摘指弧度符合果实形状,可以良好的包裹果实,可针对于不同果实大小形状,进行采摘指角度调节。

[0033] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机设备,其可以根据不同果实进行采摘预测,并根据果实种类和大小对阈值进行调整,保证采摘时可以保护多种果实表皮。

[0034] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机设备,其两侧机械臂可单独完成采摘工作,提升采摘效率。

[0035] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机设备,其可实时进行信号通讯,保证远端操作人员实时掌握无人机位置与状况,数字孪生系统可对无人机设备进行健康状况实时监测以及采摘路径的模拟规划。

[0036] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机可以提高果实采摘效率并保证在采摘过程中保护果实表皮不受伤害。

[0037] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机可以通过数字孪生系统,进行远端监控,对果实种类品质、采摘量和采摘效率进行检测和控制。

[0038] 所述的一种数字化果实采摘智能无人机可根据提前设置所需采摘果实重量,当果实篮中重量达到所需重量,重力传感器会向无人机中央控制器发出返航指令,从而实现全流程自动化采摘。

[0039] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0040] 本发明提供了一种响应迅速、几乎无损伤果实的可自行进行果实寻找并完成采摘的果实采摘无人机设备,其可以实现自动识别果实、抓取、切割果梗等功能;同时无人机配备5G信号设备和数字孪生系统,可以从远端进行果实采摘监控和预测,并保证其在外完成采摘工作的信号良好。其中无人机采摘机械臂采用视觉图像处理配合压力传感器,可以完成无人机自主识别果实位置与大小;数字孪生系统进行果实采摘预测并且实时监控采摘设备的健康状况,如遇设备损坏可及时返航进行维修;重力传感器可以测量果实采摘篮中果实重量,当达到所需重量,无人机可自动返航。数字化果实采摘智能无人机可以减少劳动强度,提升采摘工作效率。

[0041] 本发明充分利用了压力传感器的传感实时性和视觉传感器的识别多样性,可根据压力传感器感知自主控制采摘指力度,保证果实采摘过程中对果实表皮的保护;可根据不同果实的压力数据和图像识别数据,对采摘指进行调整,完成不同果实的采摘;数字孪生系统在完成采摘后可对无人机各个设备的健康状况进行检测,判定是否需要返航;无人机内置5G信号接收装置、遥感装置和GPS定位装置,保证无人机可以准确到达采摘地点,并且远端操作人员可以获取无人机的实时位置;重力传感器可确保果实采摘重量需求,从而完成全自动果实采摘过程。

附图说明

- [0042] 图1数字化果实采摘智能无人机示意图;
[0043] 图2数字化果实采摘智能无人机机械臂末端执行器示意图;
[0044] 图3数字化果实采摘智能无人机俯视图;
[0045] 图4数字化果实采摘智能无人机机械臂示意图;
[0046] 图5机械臂异形板连接示意图。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图进一步说明本发明的详细内容及其具体实施方式。

[0048] 结合图1、2、3、4、5,本发明设计一种响应迅速、几乎无损伤果实的可自行进行果实寻找并完成采摘的果实采摘无人机设备。

[0049] 如图1所示主要由13四翼无人机主体、14万向传动装置、15四轴机械臂、16果实采摘篮、17挂绳组成;所述14万向传动装置通过顶端圆形导轨与13无人机主体相连接,并保证万向传动装置与无人机之间可以自由转动,16果实采摘篮通过四周挂钩与挂绳相连。

[0050] 如图2、图4和图5所示,所述15四轴机械臂主要是由18末端执行器、19液压杆、20机械臂连接杆、21机械臂异形连接板、22可转动底座组成;所述末端执行器主要由1采摘指、7推杆、10卡环、3连杆、4机架、销、9电机驱动器、2压力传感器、11视觉传感器、8单片机等组成;所述21机械臂异形连接板,20机械臂连接杆和19液压杆通过轴连接在21机械臂异形连接板两侧,下方液压杆和机械臂杆件通过螺钉固定在固定异形板上,18末端执行器依靠轴与液压杆和机械臂杆件相连接,保证轴与杆件、轴孔之间为间隙配合,可以自由转动;机械臂与万向传动装置直接依靠导轨相连接,保证机械臂与万向传动装置之间可以自由转动;万向传动装置中有电路总成,由无人机内部电池向万向传动装置和机械臂进行供电。

[0051] 所述一种数字化果实采摘智能无人机具体工作过程如下:

[0052] 无人机通过远端操作人员操作,根据无人机内置GPS系统和遥感系统设置,到达所需进行采摘工作地点。11视觉传感器通过对果实进行识别,将信号传输至8单片机中,8单片机根据信号将指令和需求分别传输给末端执行器控制器和无人机中央控制器,无人机中央控制器根据信号进行距离、位置和方位判断并控制无人机调整姿态,数字孪生系统根据视觉传感器传达信号进行模拟采摘工作,将模拟结果传输至无人机中央控制器中,根据信号再次进行无人机姿态调整,调整完毕将模拟路径信号传递至末端执行器中的8单片机,单片机根据信号对末端执行器发出指令,控制6电机开始转动,经过传动,1采摘指向内运动,夹紧果实;2压力传感器检测到采摘指与水果之间的接触力是否达到压力阈值,如达到阈值则

向8单片机发出信号,控制6电机停止运转,从而实现1采摘指夹持果实,12切割装置开始运行,切割完成后,8单片机将信号传输至无人机中央控制器,控制15机械臂进行转动,将15机械臂向下方16果实采摘篮运动,当15机械臂到达指定位置,6电机转动,1采摘指松开,果实送入16果实采摘篮中,完成一次采摘;完成采摘后,数字孪生系统针对本次行为进行检测同时对整体设备进行健康状况检测,针对刀片磨损、无人机机翼磨损和其他零部件进行检测,如需返航,将需求提交至远端操作人员处,操作人员将根据实际情况判断是否需要返航;在完成一定量的果实采摘后,果实采摘篮上方的重力传感器判断果实篮中的重量是否达到阈值,当达到阈值,重力传感器向无人机中央控制器发出指令并进行返航。

[0053] 由于无人机在较为密集的果树林中进行果实采摘活动,无人机拥有自动避障功能,对树叶、树枝进行障碍躲避,从而保证无人机自身设备安全;完成采摘工作后,无人机对果实采摘进行记录,数字孪生系统针对无人机设备的健康状况进行实时监测,确保其可以继续完成任务;视觉传感器可针对于不同果实种类、大小和位置进行识别,并将信号进行传输;采摘指内侧压力传感器可根据视觉传感器所识别的不同果实种类、大小,进行阈值的选择和设定,保证不同果实种类、大小都可在包裹住果实的同时又能使外表皮不受损伤;数字孪生系统结合视觉传感器、压力传感器,将对果实质量做出评测,保证果实采摘时新鲜状态,并将果实采摘实时数据返还至远端操作人员,从而保证采摘果实优良;可对果实采摘篮中果实进行实时观察,果实采摘篮挂绳与万向传动装置连接处可装有摄像头,对果实采摘篮中果实进行监控,并将实时画面传输至操作端;由于果梗脱离时会造成果梗与表皮连接处出现损伤,在无人机机械臂的末端执行器顶端装有刀片切割装置,利用刀片对果梗进行切割,保护了果实表皮不受损害;其四片采摘指弧度符合果实形状,可以良好的包裹果实,可针对于不同果实大小形状,进行采摘指角度调节;内置5G信号接收装置、遥感装置和GPS定位装置,可保证无人机可以准确到达采摘地点,并且远端操作人员可以获取无人机的实时位置;适用于丘陵、山区等常规采摘设备无法使用的地区,使用范围广,同时解决较高果树的果实难以摘取等问题;本发明无需操作员进行实地操作,区别于市面上操作员需要近距离对无人机进行操控,可从远端进行操作,降低了人工成本,提高了采摘效率。

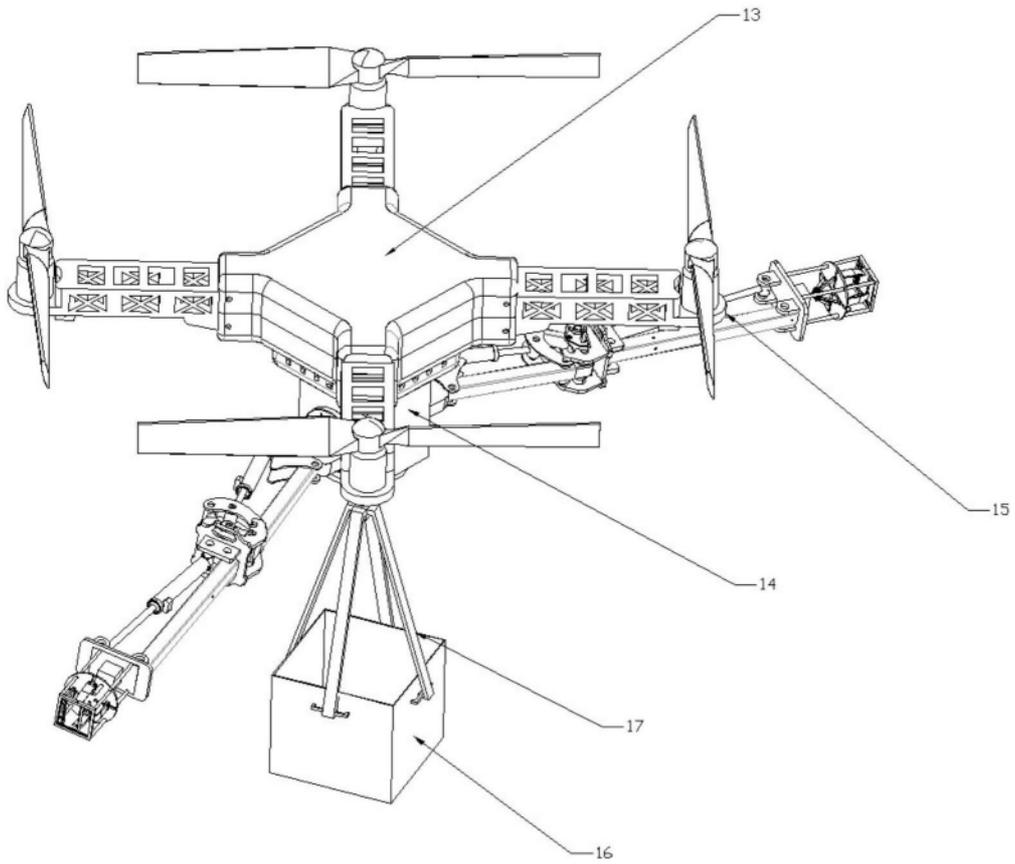


图1

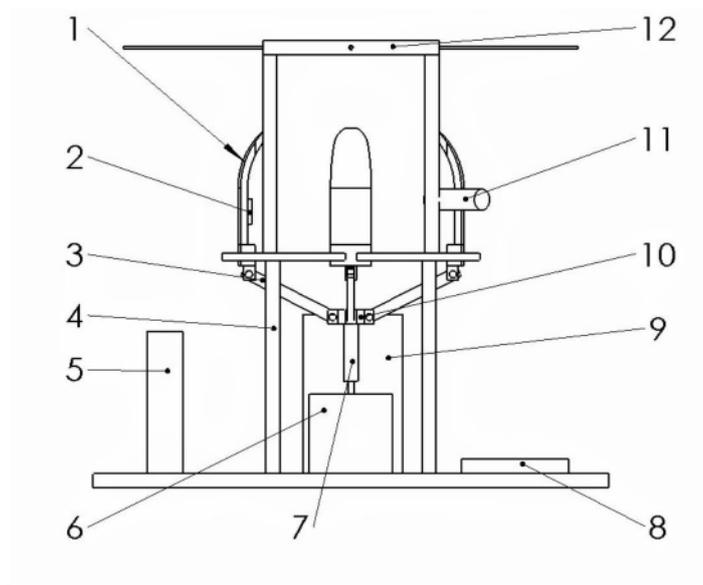


图2

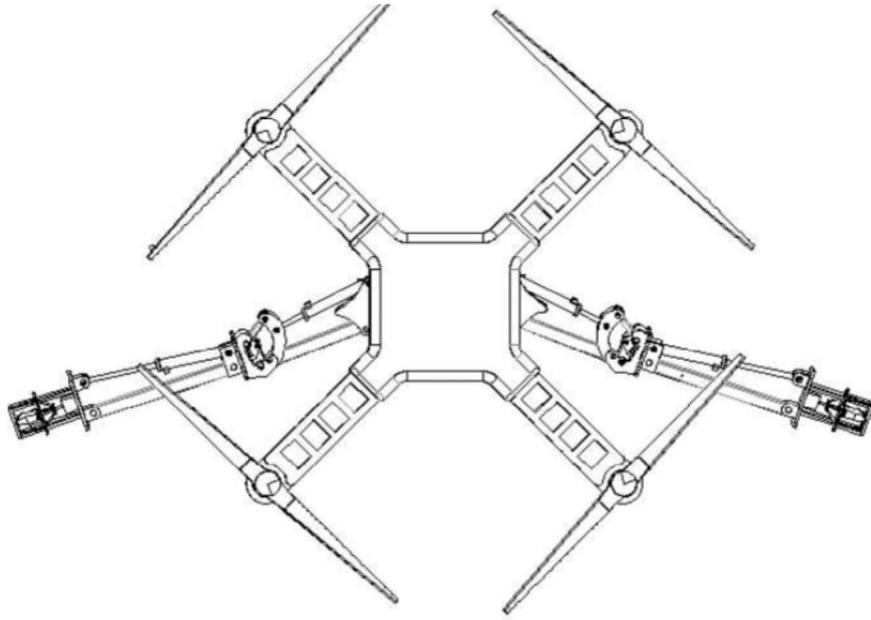


图3

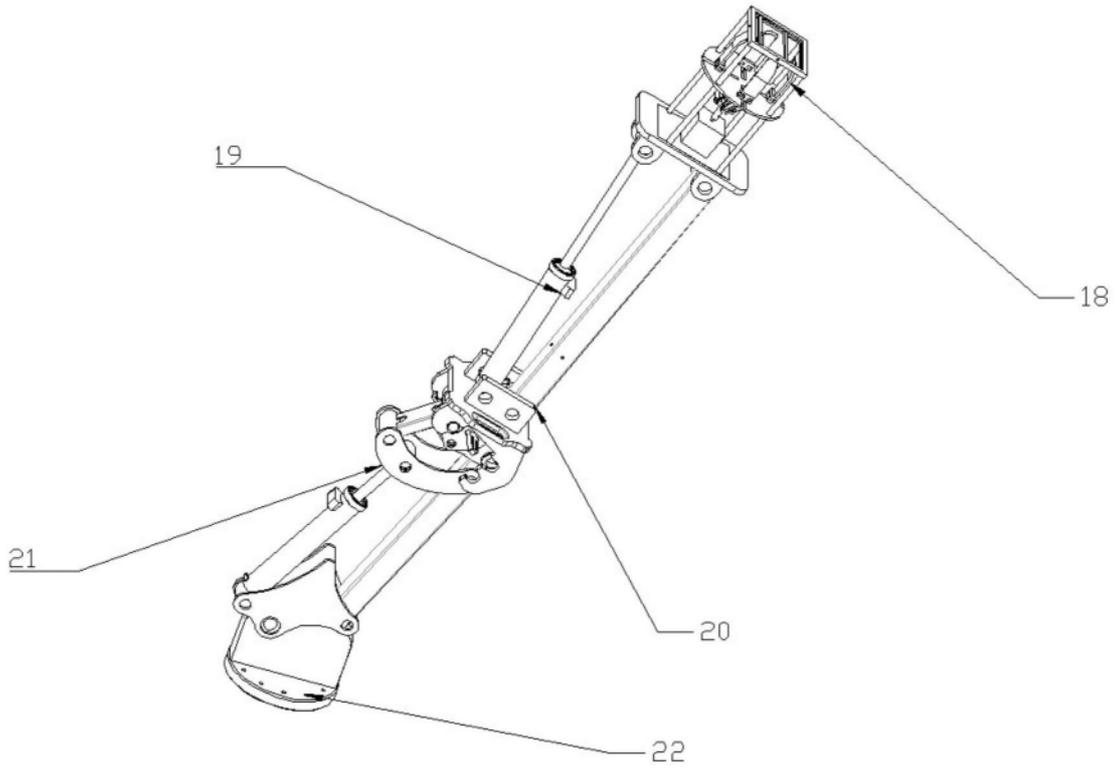


图4

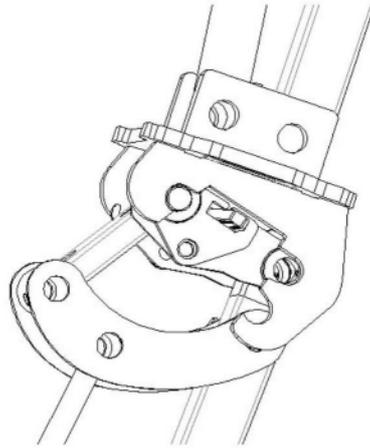


图5