



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115119611 B

(45) 授权公告日 2023.05.26

(21) 申请号 202210519223.3

A01D 91/04 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.13

G06V 20/10 (2022.01)

H04N 23/57 (2023.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115119611 A

(56) 对比文件

CN 102388718 A, 2012.03.28

CN 106233925 A, 2016.12.21

CN 109328634 A, 2019.02.15

WO 2015105419 A1, 2015.07.16

(43) 申请公布日 2022.09.30

(73) 专利权人 山东农业大学

地址 271018 山东省泰安市岱宗大街61号

刘雪美; 杜帅; 苑进; 李扬; 邹亮亮. 白芦笋选择性收获机末端执行器作业分析与试验. 农业机械学报. 2018, (04), 全文.

(72) 发明人 苑进 张萍 王文凯 刘雪美

(74) 专利代理机构 山东祺智知识产权代理有限公司 37361

专利代理师 赵斌

审查员 龚军建

(51) Int. Cl.

A01D 45/00 (2018.01)

A01D 57/20 (2006.01)

A01D 67/00 (2006.01)

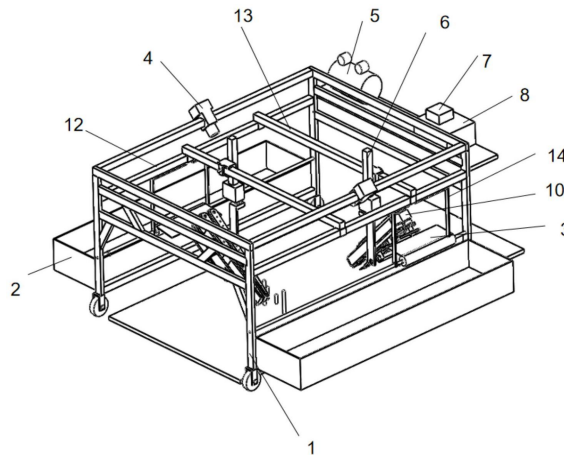
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

采运一体的绿芦笋选择性收获机器人及采收方法

(57) 摘要

本发明公开了采运一体的绿芦笋选择性收获机器人及采收方法,包括机械臂机构、采收末端执行器、集笋装置、感知系统、驱控系统、行走机架,机械臂机构用于驱动采收末端执行器在种植行空间中运动和采收姿态调整;采收末端执行器用于夹持、切断和运输种植行地表处的绿芦笋;集笋装置用于收集并输送采收末端执行器采收的绿芦笋;驱控系统用于驱动和控制其他装置运动;感知系统用于获取绿芦笋的空间位置信息;行走机架用于固定其他装置,并实现沿绿芦笋种植行的行走。本发明可依据采收条件自动对绿芦笋进行选择性采收,实现采收运输一体化,采用对置柔性带夹持笋茎,避免了采收损伤,提高了采收质量与效率,提升芦笋产量,结构简单,成本低廉。



1. 采运一体的绿芦笋选择性收获机器人,其特征在于:包括机械臂机构、采收末端执行器、集笋装置、感知系统、驱控系统、行走机架;

所述的机械臂机构固定在所述的行走机架上,用于驱动所述的采收末端执行器在种植行空间中运动和采收姿态调整;

所述的采收末端执行器,包括安装机架、夹笋装置、输送电机、气缸和切割铲刀;所述安装机架固定夹笋装置、输送电机和气缸;所述的采收末端执行器通过安装机架固定在末端旋转云台上;所述夹笋装置由两个对置的运输带及其驱动辊和支撑辊构成,运输带与水平面成10度到45度范围内的夹角,所述的运输带由同步基带和柔性材料带粘合而成,对置运输带的间距可调并使之保持夹持力,确保绿芦笋在竖直夹持运输过程中不发生损伤或掉落;所述的输送电机经过减速机构与驱动辊连接,驱动对置的运输带反向转动,实现绿芦笋的夹持和斜向上运输;所述气缸平行于输送带且布置在输送带下方,所述气缸的活塞与切割铲刀固结;所述切割铲刀末端开刃,通过气缸气压驱动活塞伸出带动切割铲刀,铲断地表处的绿芦笋的笋茎;

所述的集笋装置,包括集笋带、收集箱和限位杆;所述的收集箱固定在行走机架上,存放采收的绿芦笋;所述集笋带的尾部卷轴通过金属光轴和螺旋弹簧固定在收集箱侧上方的行走机架上,实现集笋带的自动回卷功能,所述集笋带的头部连接在所述采收末端执行器上,连接点位于对置运输带末端的下方,实现笋茎由对置运输带运输后落在集笋带上,并跟随采收末端执行器的移动,实现集笋带的伸长与缩短;所述的限位杆的上端固接在种植行方向直线模组的滑块上,下端连接在集笋带尾部卷轴两侧,实现集笋带的尾部卷轴在金属光轴上跟随采收末端执行器沿种植行方向的同步滑动;

所述的感知系统,包括处理器和深度相机;所述的深度相机位于绿芦笋种植行的侧上方,采集种植行上绿芦笋笋茎的彩色图像和深度信息;所述的处理器连接深度相机和所述的驱控系统,并依据所述的深度相机获取的彩色图像和深度信息,识别并定位种植行上的笋茎,依据绿芦笋笋茎采收条件,采收条件为笋茎高度或根部直径,确定待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态,形成采收序列,将待采收笋茎根部空间的位置信息序列传输给驱控系统;

所述的驱控系统,包括控制器、电磁阀、气泵和电源;所述的控制器连接电源、气泵和所述的处理器,用于接收所述的感知系统采集到的茎根部的空间位置信息并发送采收指令;所述的控制器连接所述采收末端执行器的输送电机、所述的机械臂机构的直线模组和末端旋转云台、所述的电磁阀和所述的行走机架;所述的电源为驱控系统供电;所述的电磁阀控制端连接控制器,其气动输入端连接至气泵,气动输出端连接至气缸,用于实现切割铲刀切断笋芽根部的控制;

所述的采收末端执行器、机械臂机构、集笋装置和感知系统,可构成一个采收单元,采收单元可有多组,分别布置在行走机架的两侧,用于多个采收单元的协作采收。

2. 权利要求1所述的采运一体的绿芦笋选择性收获机器人的采收方法,其特征在于:包括如下步骤:

1) 行间扫描:所述的驱控系统控制行走机架在种植行间行走,所述的感知系统利用深度相机获取种植行上绿芦笋笋茎的彩色图像和深度信息;

2) 采收判断:所述的处理器依据所获取的彩色图像和深度信息,识别并定位种植行上

的笋茎,并依据绿芦笋笋茎采收条件,采收条件为笋茎高度或根部直径,确定待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态,形成采收序列,将待采收笋茎根部空间的位置信息序列传输给驱控系统;

3) 采臂运动:驱控系统取出当前待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态,控制采收机械臂机构运动,带动采收末端执行器运动至采收点,并同步旋转采收末端执行器至采收姿态;

4) 集笋带跟随:采收末端执行器运动过程中,带动集笋带的头部跟随移动,牵引集笋带伸长或自动回卷;同时种植行方向直线模组的滑块运动通过限位杆带动集笋带的尾部卷轴沿金属光轴在种植行方向上同步滑动;

5) 切笋运输:所述的夹笋装置通过对置运输带夹持绿芦笋笋茎后,驱控系统控制电磁阀驱动气缸动作使切割铲刀切断笋茎根部,并由在夹笋装置将切断的笋茎夹持运输至采收末端执行器尾部;

6) 采后集箱:切断的笋茎由夹笋装置抛送至采收末端执行器下方的集笋带上,进而自动滚落至收集箱,实现对当前绿芦笋笋茎的采收;

7) 循环采笋:采收过程回到第2)步,继续下一根笋茎的采收过程,当前采收序列完成采收后,回到第1)步在进行下一区域的笋茎采收。

采运一体的绿芦笋选择性收获机器人及采收方法

技术领域

[0001] 本发明属于农业机器人领域,涉及一种采运一体的绿芦笋选择性收获机器人及采收方法,实现绿芦笋的选择性采收,完成夹持、切断、运输、集箱等一体化作业。

背景技术

[0002] 绿芦笋富含营养兼具药用价值,深受广大消费者喜爱。我国绿芦笋种植面积世界第一。绿芦笋一次种植多年采收,采收期长达数月,绿芦笋先后成熟,需依据生长高度进行选择采收。目前采收环节仍以人工采收为主,劳动强度大、机械化率低,缺乏先进适用的绿芦笋采收装备。

[0003] 日本研制的绿芦笋收获机器人,采用四自由度机械臂采收绿芦笋,夹持和切割动作由末端执行器完成,机械臂将采收后的绿芦笋集箱,采收效率较低。

[0004] 经对现有技术的文献检索发现,中国发明专利“一种芦笋采摘与收集一体机”专利申请号201821724175.7,采用夹持后切割的方式采收绿芦笋,该采收方式存在以下问题:①夹持采收机械结构复杂;②采收距离近的绿芦笋时会对造成机械损伤;③不能实现对绿芦笋的选择性采收。

[0005] 因此,针对现有绿芦笋采收存在的不足,急需发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人及方法,解决绿芦笋的高效选择性采收问题。

发明内容

[0006] 本发明针对现有技术存在的不足,提供了采运一体的绿芦笋选择性收获机器人及采收方法,能够实现绿芦笋的夹持、切断、运输、集箱等一体化采收作业,具有选择性采收、采收高效的特点。

[0007] 本发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人,包括机械臂机构、采收末端执行器、集笋装置、感知系统、驱控系统、行走机架。所述的机械臂机构固定在行走机架上,用于驱动采收末端执行器在种植行上运动和采收姿态调整;所述的采收末端执行器固定在机械臂机构末端,用于种植绿芦笋的夹持、切断和运输;所述的集笋装置固定在行走机架上,用于收集并输送采收末端执行器采收的绿芦笋;所述的驱控系统固定在行走机架上,用于驱动和控制其他装置协调完成采收动作;所述的感知系统固定在行走机架上,用于获取绿芦笋的空间位置信息;所述的行走机架用于固定上述其他装置,并实现沿绿芦笋种植行的行走。

[0008] 所述的机械臂机构,包括种植行方向直线模组、种植行左右方向直线模组、竖直方向直线模组和末端旋转云台。所述的种植行方向直线模组固定在行走机架上;所述的种植行左右方向直线模组固定在种植行方向直线模组的滑块上;所述的竖直方向直线模组固定在种植行左右方向直线模组的滑块上;所述的末端旋转云台固定在竖直方向直线模组的滑块上;所述的机械臂机构用于驱动采收末端执行器在种植行上的前后、左右和上下方向的平移和旋转。

[0009] 所述的采收末端执行器,包括安装机架、夹笋装置、输送电机、气缸和切割铲刀。所

述安装机架固定夹笋装置、输送电机和气缸；所述的采收末端执行器通过安装机架固定在末端旋转云台上；所述夹笋装置由两个对置的运输带及其驱动辊和支撑辊构成，运输带与水平面成10度到45度范围内的夹角，所述的运输带由同步基带和柔性材料带粘合而成，对置运输带的间距可调并使之保持夹持力，确保绿芦笋在竖直夹持运输过程中不发生损伤或掉落；所述的输送电机经过减速机构与驱动辊连接，驱动对置的运输带反向转动，实现绿芦笋的夹持和斜向上运输；所述气缸平行于输送带且布置在输送带下方，所述气缸的活塞与切割铲刀固结；所述切割铲刀末端开刃，通过气缸气压驱动活塞伸出带动切割铲刀，铲断地表处的绿芦笋的笋茎；

[0010] 所述的集笋装置，包括集笋带、收集箱和限位杆；所述的收集箱固定在行走机架上，其内部放置冰块，用于低温存放采收的绿芦笋；所述集笋带的尾部卷轴通过金属光轴和螺旋弹簧固定在收集箱侧上方的行走机架上，实现集笋带的自动回卷功能。所述集笋带的头部连接在所述采收末端执行器上，连接点位于对置运输带末端的下方，实现笋茎由对置运输带运输后落在集笋带上，并跟随采收末端执行器的移动，实现集笋带的伸长与缩短；所述的限位杆的上端固接在所述的种植行方向直线模组的滑块上，下端连接在集笋带尾部卷轴两侧，实现集笋带的尾部卷轴在金属光轴上跟随采收末端执行器沿种植行方向的同步滑动。

[0011] 所述的感知系统，包括处理器和深度相机。所述的深度相机位于绿芦笋种植行的侧上方，采集种植行上绿芦笋笋茎的彩色图像和深度信息。所述的处理器连接深度相机和所述的驱控系统，并依据所述的深度相机获取的彩色图像和深度信息，识别并定位种植行上的笋茎，依据绿芦笋笋茎采收条件，采收条件为笋茎高度或根部直径，确定待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态，形成采收序列，将待采收笋茎根部空间的位置信息序列传输给驱控系统；

[0012] 所述的驱控系统，包括控制器、电磁阀、气泵和电源。所述的控制器连接电源、气泵和所述的处理器，用于接收所述的感知系统采集到的茎根部的空间位置信息并发送采收指令。所述的控制器连接所述采收末端执行器的输送电机、所述的机械臂机构的直线模组和末端旋转云台、所述的电磁阀和所述的行走机架；所述的电源为驱控系统供电。所述的电磁阀控制端连接控制器，其气动输入端连接至气泵，气动输出端连接至气缸，用于实现切割铲刀切断笋芽根部的控制。

[0013] 所述的采收末端执行器、机械臂机构、集笋装置和感知系统，可构成一个采收单元，采收单元可有多组，分别布置在行走机架的两侧，用于多个采收单元的协作采收。

[0014] 本发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人的采收方法，包括以下步骤：

[0015] 行间扫描：所述的驱控系统控制行走机架在种植行间行走，所述的感知系统利用深度相机获取种植行上绿芦笋笋茎的彩色图像和深度信息；

[0016] 采收判断：所述的处理器依据所获取的彩色图像和深度信息，识别并定位种植行上的笋茎，并依据绿芦笋笋茎采收条件（如采收笋茎高度或根部直径）确定待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态，形成采收序列，将待采收笋茎根部空间的位置信息序列传输给驱控系统；

[0017] 采臂运动：驱控系统取出当前待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态，控制采收机械臂机构运动，带动采收末端执行器运动至采收点，并同步旋转采收末端执行器至

采收姿态；

[0018] 集笋带跟随：采收末端执行器运动过程中，带动集笋带的头部跟随移动，牵引集笋带伸长或自动回卷；同时种植行方向直线模组的滑块运动通过限位杆带动集笋带的尾部卷轴沿金属光轴在种植行方向上同步滑动；

[0019] 切笋运输：所述的夹笋装置通过对置运输带夹持绿芦笋笋茎后，驱控系统控制电磁阀驱动气缸动作使切割铲刀切断笋茎根部，并由在夹笋装置将切断的笋茎夹持运输至采收末端执行器尾部；

[0020] 采后集箱：切断的笋茎由夹笋装置抛送至采收末端执行器下方的集笋带上，进而自动滚落至收集箱，实现对当前绿芦笋笋茎的采收；

[0021] 循环采笋：采收过程回到第2)步，继续下一根笋茎的采收过程，当前采收序列完成采收后，回到第1)步在进行下一区域的笋茎采收。

[0022] 与现有技术相比，本发明的有益效果：

[0023] 1、本发明的绿芦笋选择性收获机器人可实现依据采收条件，自动对绿芦笋进行选择性采收，提升了产量，降低了采收成本，增加了经济效益；

[0024] 2、本发明实现了采收运输一体化，避免了采收末端执行器在采后由采收位置到收集箱之间的输送环节，提高了采收效率；

[0025] 3、本发明的采收末端执行器的笋茎夹持部分由对置柔性带构成，避免了采收损伤，提高了采收质量，结构简单，成本低廉。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍。在所有附图中，类似的元件或部分一般由类似的附图标记标识。附图中，各元件或部分并不一定按照实际的比例绘制。

[0027] 图1为本发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人整机示意图；

[0028] 图2为本发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人整机轴向视图；

[0029] 图3为本发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人的采收末端执行器示意图；

[0030] 图4为本发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人的集笋装置示意图；

[0031] 图中：1、行走机架；2、收集箱；3、集笋带；4、深度相机；5、气泵；6、竖直方向直线模组；7、处理器；8、驱控系统；9、末端旋转云台；10、采收末端执行器；11、绿芦笋；12、种植行方向直线模组；13、种植行左右方向直线模组；14、限位杆；15、输送电机；16、安装机架；17、夹笋装置；18、运输带；19、切割铲刀；20、气缸；21、种植行方向直线模组的滑块；22、金属光轴；23、螺旋弹簧。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图对本发明做进一步描述。本发明提供了采运一体的绿芦笋选择性收获机器人及方法，如图1、2、3、4所示，采运一体的绿芦笋选择性收获机器人，包括机械臂机构、采收末端执行器10、集笋装置、感知系统、驱控系统8、行走机架1。所述的机械臂机构固定在行走机架1上，用于驱动采收末端执行器10在种植行上运动和采收姿态调整；所述的采收末端执行器10固定在机械臂机构末端，用于种植绿芦笋11的夹持、切断和运输；所述的集

笋装置固定在行走机架1上,用于收集并输送采收末端执行器10采收的绿芦笋11;所述的驱控系统8固定在行走机架1上,用于驱动和控制其他装置协调完成采收动作;所述的感知系统固定在行走机架1上,用于获取绿芦笋11的空间位置信息;所述的行走机架1用于固定上述其他装置,并实现沿绿芦笋11种植行的行走。

[0033] 所述的机械臂机构,包括种植行方向直线模组12、种植行左右方向直线模组13、竖直方向直线模组6和末端旋转云台9。所述的种植行方向直线模组12固定在行走机架1上;所述的种植行左右方向直线模组13固定在种植行方向直线模组的滑块21上;所述的竖直方向直线模组6固定在种植行左右方向直线模组13的滑块上;所述的末端旋转云台9固定在竖直方向直线模组6的滑块上;所述的机械臂机构用于驱动采收末端执行器10在种植行上的前后、左右和上下方向的平移和旋转。

[0034] 所述的采收末端执行器10,包括安装机架16、夹笋装置17、输送电机15、气缸20和切割铲刀19。所述安装机架16固定夹笋装置17、输送电机15和气缸20;所述的采收末端执行器10通过安装机架16固定在末端旋转云台9上;所述夹笋装置17由两个对置的运输带18及其驱动辊和支撑辊构成,运输带18与水平面成20度到45度范围内的夹角,所述的运输带18由同步基带和柔性材料带粘合而成,对置运输带18的间距可调并使之保持夹持力,确保绿芦笋11在竖直夹持运输过程中不发生损伤或掉落;所述的输送电机15经过减速机构与驱动辊连接,驱动对置的运输带18反向转动,实现绿芦笋11的夹持和斜向上运输;所述气缸20平行于输送带且布置在输送带下方,所述气缸20的活塞与切割铲刀19固结;所述切割铲刀19末端开刃,通过气缸20气压驱动活塞伸出带动切割铲刀19,铲断地表处的绿芦笋11的笋茎;

[0035] 所述的集笋装置,包括集笋带3、收集箱2和限位杆14;所述的收集箱2固定在行走机架1上,其内部放置冰块,用于低温存放采收的绿芦笋11;所述集笋带3的尾部卷轴通过金属光轴22和螺旋弹簧23固定在收集箱2侧上方的行走机架1上,实现集笋带3的自动回卷功能。所述集笋带3的头部连接在所述采收末端执行器10上,连接点位于对置运输带18末端的下方,实现笋茎由对置运输带18运输后落在集笋带3上,并跟随采收末端执行器10的移动,实现集笋带3的伸长与缩短;所述的限位杆14的上端固接在所述的种植行方向直线模组的滑块21上,下端连接在集笋带3尾部卷轴两侧,实现集笋带3的尾部卷轴在金属光轴22上跟随采收末端执行器10沿种植行方向的同步滑动。

[0036] 所述的感知系统,包括处理器7和深度相机4。所述的深度相机4位于绿芦笋11种植行的侧上方,采集种植行上绿芦笋11笋茎的彩色图像和深度信息。所述的处理器7连接深度相机4和所述的驱控系统8,用于笋茎的识别和定位,并将符合采收条件的笋茎根部的空间位置信息传送到所述的驱控系统8。

[0037] 所述的驱控系统8,包括控制器、电磁阀、气泵5和电源。所述的控制器连接电源、气泵5和所述的处理器7,用于接收所述的感知系统采集到的茎根部的空间位置信息并发送采收指令。所述的控制器连接所述采收末端执行器10的输送电机15、所述的机械臂机构的直线模组和末端旋转云台9、所述的电磁阀和所述的行走机架1;所述的电源为驱控系统8供电。所述的电磁阀控制端连接控制器,其气动输入端连接至气泵5,气动输出端连接至气缸20,用于实现切割铲刀19切断笋芽根部的控制;

[0038] 所述的采收末端执行器10、机械臂机构、集笋装置和感知系统,可构成一个采收单元,采收单元可有多组,分别布置在行走机架1的两侧,用于多个采收单元的协作采收。

[0039] 本发明采运一体的绿芦笋选择性收获机器人的方法,包括以下步骤:

[0040] 步骤1:行间扫描:所述的驱控系统控制行走机架1在种植行间行走,所述的感知系统利用深度相机4获取种植行上绿芦笋笋茎的彩色图像和深度信息;

[0041] 步骤2:采收判断:所述的处理器7依据所获取的彩色图像和深度信息,识别并定位种植行上的笋茎,并依据绿芦笋笋茎采收条件(如采收笋茎高度或根部直径)确定待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态,形成采收序列,将待采收笋茎根部空间的位置信息序列传输给驱控系统;

[0042] 步骤3:采臂运动:驱控系统取出当前待采收笋茎根部空间的位置信息和采收姿态,控制采收机械臂机构运动,带动采收末端执行器10运动至采收点,并同步旋转采收末端执行器10至采收姿态;

[0043] 步骤4:集笋带跟随:采收末端执行器10运动过程中,带动集笋带3的头部跟随移动,牵引集笋带3伸长或自动回卷;同时种植行方向直线模组的滑块21运动通过限位杆14带动集笋带3的尾部卷轴沿金属光轴22在种植行方向上同步滑动;

[0044] 步骤5:切笋运输:所述的夹笋装置17通过对置运输带18夹持绿芦笋笋茎后,驱控系统控制电磁阀驱动气缸20动作使切割铲刀19切断笋茎根部,并由在夹笋装置17将切断的笋茎夹持运输至采收末端执行器10尾部;

[0045] 步骤6:采后集箱:切断的笋茎由夹笋装置17抛送至采收末端执行器10下方的集笋带3上,进而自动滚落至收集箱2,实现对当前绿芦笋笋茎的采收;

[0046] 步骤7:循环采笋:采收过程回到第2)步,继续下一根笋茎的采收过程,当前采收序列完成采收后,回到第1)步在进行下一区域的笋茎采收。

[0047] 本发明的描述是为了示例描述起见而给出的,而并不是无遗漏的或者将本发明限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施例是为了更好的说明本发明的原理和实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本发明从而设计适用于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

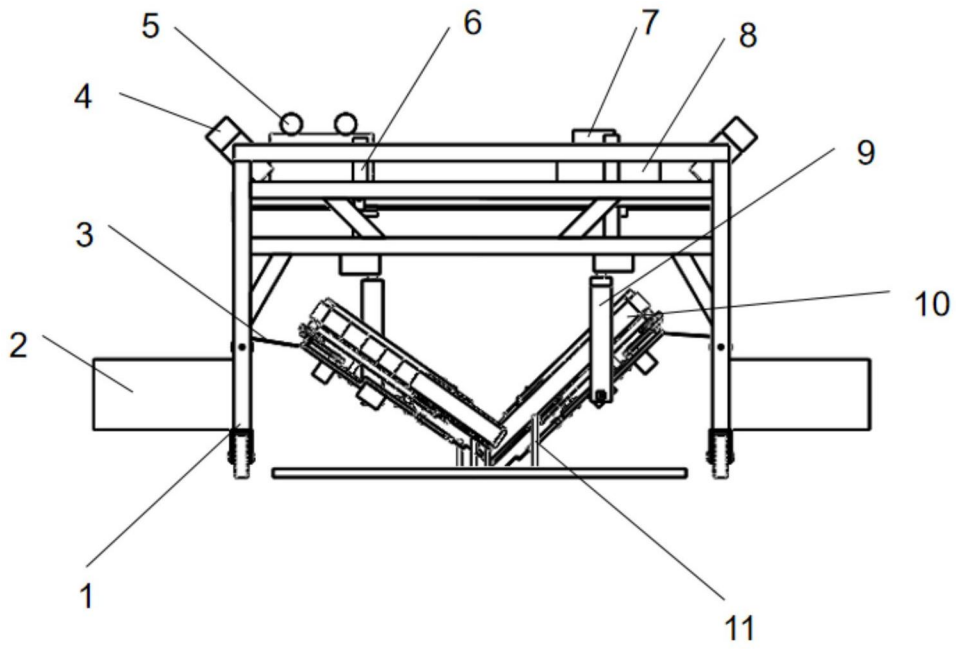


图1

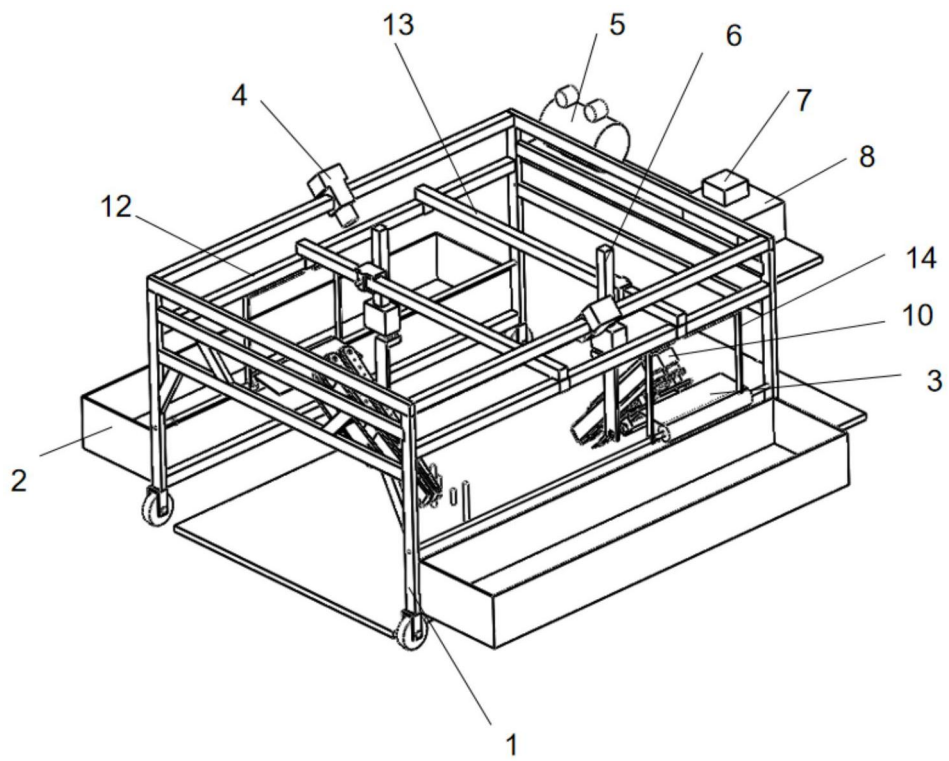


图2

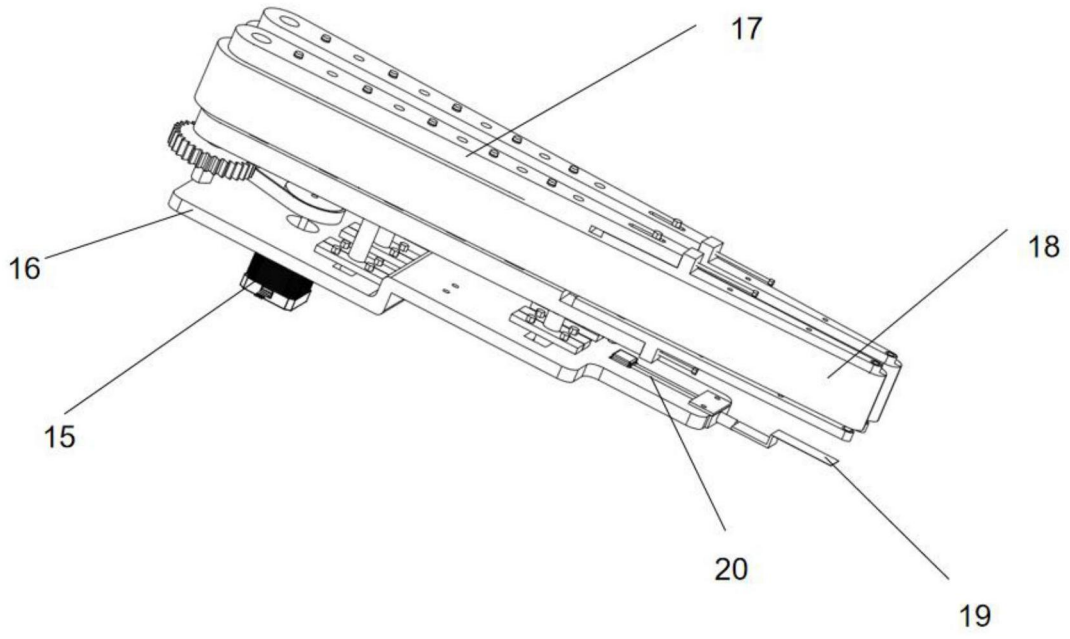


图3

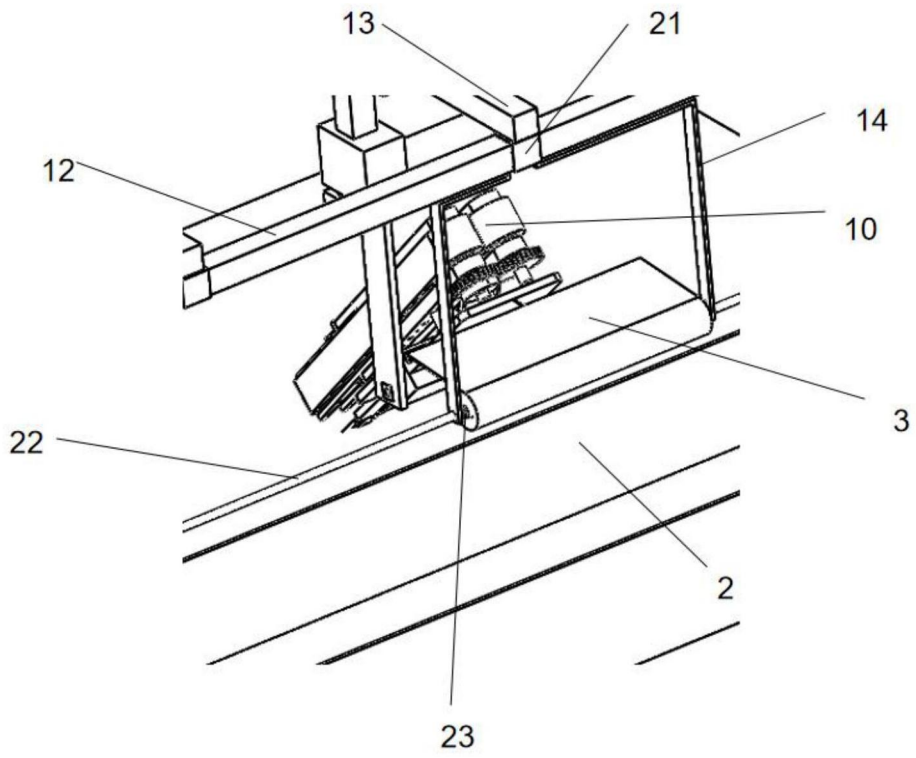


图4