



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109105001 A

(43)申请公布日 2019.01.01

(21)申请号 201811216941.3

(22)申请日 2018.10.18

(71)申请人 石河子大学

地址 832003 新疆维吾尔自治区石河子市
北四路向阳街道221号

(72)发明人 马蓉 李俊杰 张垚鑫 郭昊生

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理
有限公司 11246

代理人 夏艳

(51)Int.Cl.

A01D 46/30(2006.01)

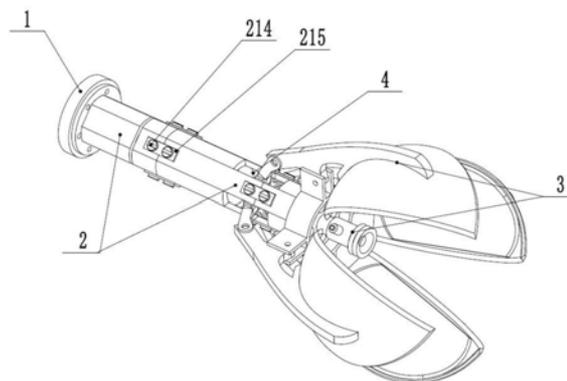
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种香梨采摘机器人末端执行器及采摘方法

(57)摘要

本发明提供一种香梨采摘机器人末端执行器及采摘方法,其装置包括与机器人机械臂对接的机械手对接盘,和机械手对接盘连接传动机构中的电机A外壳,与传动机构连杆和安装支架相连的四个刀架;其方法包括相机取点,采用吸盘固定,利用弧面刀切割,收回手臂释放香梨等步骤。本发明不仅提高了剪切效率,降低了感知机构对果实轮廓和果梗的图像识别和分割的耗时,保证了采摘作业的精度质量,降低了采摘难度,提升了作业效率。



1. 一种香梨采摘机器人末端执行器,包括机械手对接盘(1)、传动机构(2)、执行机构(3),其特征在于,

机械手对接盘(1),一端与机器人的机械手柄连接,另一端通过螺栓与传动机构(2)中的电机A外壳(22)固定连接为一体;

传动机构(2),传动机构(2)的连杆(212)末端和安装支架(213)均与执行机构(3)的刀架(31)通过铰链连接,刀架(31)上安装有用于切割果梗的弧面切刀(32);

执行机构(3),执行机构(3)中的真空吸盘(35)通过安装法兰(37)与传动机构(2)的安装支架(213)顶端连接。

2. 根据权利要求1所述的一种香梨采摘机器人末端执行器,其特征在于,传动机构(2)中,伺服电机A(21)安装在电机A外壳(22)的内腔中,0型环(26)安装在电机轴端面上,伺服电机A(21)的轴端面上通过螺钉安装有电机法兰(23),伺服电机A(21)通过信号线与减速机(24)相连,减速机(24)安装在连接外壳(25)内,连接外壳(25)通过连接板(215)和连接螺钉(214)与电机B外壳(28)固定相连,伺服电机B(27)安装在电机B外壳(28)的内腔中,丝杆(210)通过联轴器(29)与伺服电机B(27)连接,螺母(211)通过安装孔与连杆(212)铰接,安装支架(213)通过连接板(215)和连接螺钉(214)与电机B外壳(28)固定连接。

3. 根据权利要求1所述的一种香梨采摘机器人末端执行器,其特征在于,所述的螺母(211)上有4个安装孔,4个安装孔分别与对应4个连杆(212)的小端铰接。

4. 根据权利要求1或2或3所述的一种香梨采摘机器人末端执行器,其特征在于,执行机构(3)中,刀架(31)通过活动铰链连接在传动机构(2)中的连杆(212)的大端和安装支架(213)的安装孔上,弧面切刀(32)与刀架(31)连接组成剪切单元,弧面切刀(32)内腔中贴合一层橡胶材料(33),真空吸盘(34)安装在连接管(36)头部,连接管(36)中部开设有通气口(35),安装支架(37)一端连接传动机构(2)的安装支架(213),另一端连接连接管(36)。

5. 根据权利要求4所述的一种香梨采摘机器人末端执行器,其特征在于,四个刀架(31)通过活动铰链连接在传动机构(2)的连杆(212)大端和安装支架(213)上,四个刀架(31)上安装四个弧面切刀(32a、32b、32c、32d),四个刀架(31)与四个弧面切刀(32a、32b、32c、32d)组成剪切单元。

6. 根据权利要求1或5所述的一种香梨采摘机器人末端执行器,其特征在于,还包括感知机构(4),其中的磁电编码器(41)为两个,分别安装在伺服电机A(21)和伺服电机B(27)的电机轴上,用于测量磁极位置和伺服电机转角及转速;电磁开关b(42)和电磁开关a(44)分别固定在电机B外壳(28)和安装支架(213)的内壁上,磁铁块(43)安装在螺母(211)上,电磁开关b(42)、电磁开关a(44)和磁铁块(43)在竖直方向处于同一直线上,两弧面切刀(32a、32c)内腔中与果实接触的一侧粘有力传感器(45),其余两个弧面切刀(32b、32d)内腔中与果实接触的一侧粘有红外传感器(47),真空压力传感器(46)安装在靠近真空吸盘(35)处,用于监测真空压力值,确保吸盘持续达到安全吸力,在安装支架(213)的端面上安装有距离传感器(48),用于监测执行器相对目标的距离,力传感器(45)、真空压力传感器(46)、距离传感器(48)均向机器人的控制系统传输信号。

7. 一种利用香梨采摘机器人末端执行器采摘香梨的方法,其特征在于,包括:

步骤1. 检查末端执行器的状态;

步骤2. 启动机器人,获取香梨空间坐标位置,机械手臂带动末端执行器朝目标香梨方

向运动；

步骤3.感知机构(4)中的距离传感器(48)、红外传感器(47)、真空吸盘(34)、真空压力传感器(46)分工合作,同时伺服电机B(27)反转,使末端执行器处于剪切作业前准备状态；

步骤4.伺服电机B(27)带动执行机构(3)中的弧面切刀闭合,完成目标香梨果梗的切断；或者弧面切刀(32)闭合,伺服电机A(21)启动,带动传动机构和执行机构的丝杆(210)、螺母(211)往复运动,完成对目标香梨果梗的切割；

步骤5.机械手柄收回,末端执行的内刀架张开,真空吸盘(34)充气,将采摘的香梨放置于收集箱中；

步骤6.重复上述步骤,直至采摘结束。

8.根据权利要求7所述的一种利用香梨采摘机器人末端执行器采摘香梨的方法,其特征在于,所述的步骤1包括使真空吸盘处于未开启,刀架(31)处于闭合,传动机构(2)中伺服电机A(21)和伺服电机B(27)处于静止状态。

9.根据权利要求7所述的一种利用香梨采摘机器人末端执行器采摘香梨的方法,其特征在于,所述的步骤2还包括,运动过程中,伺服电机B(27)带动刀架(31)处于最大张开状态。

10.根据权利要求7所述的一种利用香梨采摘机器人末端执行器采摘香梨的方法,其特征在于,所述的步骤4中,伺服电机A(21)启动作业后,电机转轴经过减速机(24)的传动,带动传动机构丝杆(210)和执行机构螺母(211)进行往复转动,转角度数为 $45^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 范围。

一种香梨采摘机器人末端执行器及采摘方法

技术领域

[0001] 本发明属于农业机械领域,尤其涉及一种香梨采摘机器人末端执行器及采摘方法。

背景技术

[0002] 库尔勒香梨原产于新疆库尔勒、轮台和库车地区,已有1300多年栽培历史,是一个地域性极强的名优品种,也是该地区甚至全国最优异的地方梨品种之一。香梨在南疆各地均有分布,以库尔勒地区为主产区,栽种面积最大、品质最优,为新疆特色水果的主要支柱产业之一。

[0003] 香梨一般为圆卵形或纺锤形,为小果型,香梨主要特点是皮薄、果肉酥脆,果汁多而且无渣,果味香浓。当地有俗语称“香梨掉地一滩水”,因此香梨非常娇气,极不耐机械损伤。截止到2017年库尔勒香梨现在种植面积达100万亩,年产量约为100万吨,香梨果实的采收时机对产量、品质和贮藏性状均有很大影响。

[0004] 采收过早,果实尚未成熟,个头小、产量低、硬度大,口感不好且不耐贮藏;采收过晚,果实水含量降低,成熟度过高,果实品质差,不适合长途运输及长期贮藏。

[0005] 但是目前,香梨采摘的主要方式仍为人工采摘,每年9月为香梨的采收期,摘梨工采摘费在每公斤0.8元至0.9元之间。由于香梨树体高大,大部分香梨生长在高处,极大地给人工采摘造成困难,高空手摘时,人只能通过爬树或利用梯子采摘,采摘时稍微粗心果实会掉落下来,造成采摘损失,而且人在高空采摘时也会有不安全的因素,这也是造成高空香梨采摘费增加的原因。除此之外,成熟后的香梨皮薄肉脆,不适合采用大型机械化采收,而一般的采果器在香梨果实的采摘过程中,易造成香梨果皮破损,很容易诱发腐烂菌和青霉菌滋生,随之加速香梨腐败并扩散传染给周围未损伤的香梨。

[0006] 因此,人工采摘不仅采摘效率低、难度大,而且时间短、劳动强度大,造成采摘成本的增加。面对香梨采摘难的问题,迫切需要一种适合香梨采摘的末端执行器代替人工采摘来解决香梨采摘这一难题变得十分必要。

[0007] 申请号201621393947.4的实用新型专利,公开了一种适用于香梨的采果装置,如图1所示,包括金属拱环、采摘杆、内兜网和外网兜,采摘杆包括防滑套、套杆和伸缩杆;金属拱环上设置有抓固果柄槽,金属拱环外设置有棉质金属拱环外套;内网兜和外网兜都和棉质金属拱环外套连接,内网兜设置在外网兜内,内网兜下端设置有缓冲口;外网兜下端设置有棉绳孔,棉绳孔内设置有棉绳,棉绳上设置有弹簧按钮。其香梨采摘方式是通过固果柄槽抓住香梨果柄后,拉动套杆来拉断香梨果梗。这种采摘方式极易损伤果实,而且在拉动套杆过程中,对树枝会产生很大的力,会造成其他果实的晃动,进而会与树枝产生刮擦损伤,甚至于果实直接脱落。

[0008] 申请号201120127271.5的实用新型专利,公开了一种球状果实采摘机器人末端执行器,如图2所示,包括旋转电机组件和弧形手指切割组件。其利用旋转电机通过联轴组件带动四个弧形刀片对其间任意位置的果柄进行旋转切割。该实用新型采摘方式可靠,动作

控制难度低,成本低廉,通用性好。但是弧形手指切割组件在作业时,没有完全包住果实,若果梗在执行器最末端则可能会出现切割不了的情况,且作业时在四个弧形手指合拢时所包围的空间的果实并没有做固定,当果梗切割后果实会在手指空间内滚动,一些果皮脆薄的果蔬会受到机械损伤(如库尔勒香梨、桃和番茄等),不便于长途运输及长期贮藏。

[0009] 申请号201710102179.5公开了一种抓切一体式的球形果蔬采摘机器人末端执行器,如图3所示,包括上连接板、下连接板、切割盘刀、4个柔性包络单元、柔性包络爪旋转机构。该末端执行件主要由伺服电机、4个柔性手指和切割盘刀组成。伺服电机驱动执行器运动增强了各组件运动的可控性,柔性手指的设计在一定程度上能减少果蔬采摘过程中的损伤。但是,其握力大小和控制不是很理想,对于一些质量和大小不同的果蔬,握力过大会造成果实损伤,握力过小,对果蔬抓取不牢固会造成采摘失败,应考虑握力大小的可调控性,以达到更理想的效果。切割盘刀切割范围有限,存在果梗切割盲区。此外该末端执行器用了4个伺服电机,整体结构和控制系统较为复杂,重量偏大,会影响采摘精度。

[0010] 对于库尔勒香梨采摘方式的现有技术来说,亟待解决的技术难题和缺点主要包括以下几个方面:

[0011] (1) 香梨目前的采摘方式主要仍然为人工采摘,人工采摘不仅采摘效率低、难度大、时间段劳动强度大,而且人在高空采摘时也会有不安全的因素;

[0012] (2) 香梨外形呈不规则形状,对于大部分刚性的手爪很难对香梨进行合适的抓取;

[0013] (3) 成熟后香梨皮薄肉脆,在采摘过程中易造成香梨果皮破损,很容易诱发腐烂菌和青霉菌滋生,随之加速香梨腐败并扩散传染给周围未损伤的香梨;

[0014] (4) 大部分的末端执行器和高空采果装置的采摘方式一般分为三种:拉扯式、抓取扭折式和刀割切断式。拉扯和扭转式的设计先对果实进行夹持抓取,再通过转动来模拟人手扭折果柄的动作,采摘时,首先要求严格控制好夹持果实的力的大小,否则极易损伤果实,此时采摘时存在果梗被拉扯、扭转断或者掉落的情况,不便于存储。刀割切断式主要是利用电机驱动圆锯刀或剪刀动作直接将果梗割断,割刀和剪刀的剪切范围有限,存在果梗割、剪、切的盲区。

发明内容

[0015] 本发明的目的在于为了减少香梨的整体采摘时间,提高采摘效率,减少人工的劳动强度且满足香梨采摘要求,本发明提供一种结构紧凑、效率高、可靠耐用且智能化的末端执行器。

[0016] 本发明采用如下技术方案:

[0017] 一种香梨采摘机器人末端执行器,包括机械手对接盘1、传动机构2、执行机构3,

[0018] 机械手对接盘1,一端与机器人的机械手柄连接,另一端通过螺栓与传动机构2中的电机A外壳22固定连接为一体;

[0019] 传动机构2,传动机构2的连杆212末端和安装支架213均与执行机构3的刀架31通过铰链连接,刀架31上安装有用于切割果梗的弧面切刀32;

[0020] 执行机构3,执行机构3中的真空吸盘35通过安装法兰37与传动机构2的安装支架213顶端连接。

[0021] 本发明进一步的技术方案是,传动机构2中,伺服电机A21安装在电机A外壳22的内

腔中,0型环26安装在电机轴端面上,伺服电机A21的轴端面上通过螺钉安装有电机法兰23,伺服电机A21通过信号线与减速机24相连,减速机24安装在连接外壳25内,连接外壳25通过连接板215和连接螺钉214与电机B外壳28固定相连,伺服电机B27安装在电机B外壳28的内腔中,丝杆210通过联轴器29与伺服电机B27连接,螺母211通过安装孔与连杆212铰接,安装支架213通过连接板215和连接螺钉214与电机B外壳28固定连接。

[0022] 本发明进一步的技术方案是,所述的螺母211上有4个安装孔,4个安装孔分别与对应4个连杆212的小端铰接。

[0023] 本发明进一步的技术方案是,执行机构3中,刀架31通过活动铰链连接在传动机构2中的连杆212的大端和安装支架213的安装孔上,弧面切刀32与刀架31连接组成剪切单元,弧面切刀32内腔中贴合一层橡胶材料33,真空吸盘34安装在连接管36头部,连接管36中部开设有通气口35,安装支架37一端连接传动机构2的安装支架213,另一端连接连接管36。

[0024] 本发明进一步的技术方案是,四个刀架31通过活动铰链连接在传动机构2的连杆212大端和安装支架213上,四个刀架31上安装四个弧面切刀(32a、32b、32c、32d),四个刀架31与四个弧面切刀(32a、32b、32c、32d)组成剪切单元。

[0025] 本发明进一步的技术方案是,还包括感知机构4,其中的磁电编码器41为两个,分别安装在伺服电机A21和伺服电机B27的电机轴上,用于测量磁极位置和伺服电机转角及转速;电磁开关b42和电磁开关a44分别固定在电机B外壳28和安装支架213的内壁上,磁铁块43安装在螺母211上,电磁开关b42、电磁开关a44和磁铁块43在竖直方向处于同一直线上,两弧面切刀(32a、32c)内腔中与果实接触的一侧粘有力传感器,其余两个弧面切刀(32b、32d)内腔中与果实接触的一侧粘有红外传感器47,真空压力传感器46安装在靠近真空吸盘35处,用于监测真空压力值,确保吸盘持续达到安全吸力,在安装支架213的端面上安装有距离传感器48,用于监测执行器相对目标的距离,力传感器45、真空压力传感器46、距离传感器48均向机器人的控制系统传输信号。

[0026] 7.一种利用香梨采摘机器人末端执行器采摘香梨的方法,其特征在于,包括:

[0027] 步骤1.检查末端执行器的状态;

[0028] 步骤2.启动机器人,获取香梨空间坐标位置,机械手臂带动末端执行器朝目标香梨方向运动;

[0029] 步骤3.感知机构4中的距离传感器48、红外传感器47、真空吸盘34、真空压力传感器46分工合作,同时伺服电机B27反转,使末端执行器处于剪切作业前准备状态;

[0030] 步骤4.伺服电机B27带动执行机构3中的弧面切刀闭合,完成目标香梨果梗的切断;或者弧面切刀32闭合,伺服电机A21启动,带动传动机构和执行机构的丝杆210、螺母211往复运动,完成对目标香梨果梗的切割;

[0031] 步骤5.机械手柄收回,末端执行的内刀架张开,真空吸盘35充气,将采摘的香梨放置于收集箱中;

[0032] 步骤6.重复上述步骤,直至采摘结束。

[0033] 本发明进一步的技术方案是,所述的步骤1包括使真空吸盘处于未开启,刀架31处于闭合,传动机构2中伺服电机A21和伺服电机B27处于静止状态。

[0034] 本发明进一步的技术方案是,所述的步骤2还包括,运动过程中,伺服电机B27带动刀架31处于最大张开状态。

[0035] 本发明进一步的技术方案是,所述的步骤4中,伺服电机A21启动作业后,电机转轴经过波形减速机24的传动,带动传动机构丝杆210和执行机构螺母211进行往复转动,转角度数为 $45^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 范围。

[0036] 1.本发明目的主要是针对目前现有的库尔勒香梨采摘的方法中存在的缺点和不足提出的,如人工采摘香梨方式,不仅采摘效率低、难度大、时间短、劳动强度大,而且人在高空采摘时也会有不安全的因素;其他方式利用末端执行器采摘香梨,在采摘过程中,往往存在果梗切割盲区或者采摘过程易对香梨造成机械损伤,不便于香梨的长途运输及长期贮藏。

[0037] 2.本发明提供了一种香梨采摘机器人及采摘方法。该装置的末端执行器采用4片弧面切刀和真空吸盘作为执行机构,吸盘吸附固定水果后,弧面切刀能保证果梗切割的无死角作业;传动机构依靠两个直流伺服电机转动,进而为执行器各个装置提供动力;感知机构保证执行器准确接近吸附果实,实时监测执行器作业状态,精准感知作业环境。该执行器不仅提高了剪切效率,降低感知机构对果实轮廓和果梗的图像识别和分割的耗时,而且保证了采摘作业的精度质量。采摘方式可靠安全,既降低了采摘难度,又提升了作业效率。

[0038] 本发明的有益效果:

[0039] 1.本发明提供了一种香梨采摘机器人末端执行器及采摘方法,其中,方法新颖,装置结构小巧紧凑,可靠性高,相比传统人工采摘,一方面不仅节省人工操作,提升采摘效率,降低采摘成本,另一方面也避免了人在高空采摘时的不安全因素。

[0040] 该末端执行器以整个香梨果实为采摘对象,不必对香梨果梗位置进行标定识别,降低装置的复杂程度,取消了感知机构对果实轮廓和果梗的图像识别,同时避免切割步骤中的分割耗时;

[0041] 2.该末端执行器装置结构设计合理,不但可以完成果实的包络抓取,还可以完成果实的平行抓取,对执行器的采摘位姿要求不高,减少了采摘过程中位姿调整的时间;

[0042] 3.执行机构采用吸附固定和弧面切刀切割的方式,可全方位对果梗进行剪切,有效避免果梗剪切盲区的存在,提高剪切成功率;

[0043] 4.执行机构中的四个弧面切刀可形成大容差的闭合空间,可适当减小机械手臂的定位精度,提高香梨的成功采摘率;

[0044] 5.该末端执行器结构简单紧凑,成本低廉,控制难度低,对于圆形果蔬的采摘具有一定的通用性。

附图说明

[0045] 图1为背景技术中一种适用于香梨的采果装置结构示意图;

[0046] 图2为背景技术中一种球状果实采摘机器人末端执行器结构示意图;

[0047] 图3为背景技术中一种抓切一体式的球形果蔬采摘机器人末端执行器结构示意图;

[0048] 图4为本发明的实施例1提供的一种香梨采摘机器人末端执行器的整体结构示意图;

[0049] 图5为本发明的实施例1提供的一种香梨采摘机器人末端执行器的内部结构示意图。

[0050] 图中:1-机械手对接盘;

[0051] 2-传动机构;21-伺服电机A、22-电机A外壳、23-电机法兰、24-减速机、25-连接外壳、26-O型环、27-伺服电机B、28-电机B外壳、29-联轴器、210-丝杆、211-螺母、212-连杆、213-安装支架、214-连接螺钉、215-连接块;

[0052] 3-执行机构;31-刀架、32-弧面切刀(32a-弧面切刀a、32b-弧面切刀b、32c-弧面切刀c、32d-弧面切刀d)、33-橡胶材料、34-真空吸盘、35-通气口、36-连接管、37-安装法兰;

[0053] 4-感知机构;41-磁电编码器、42-电磁开关b、43-磁铁块、44-电磁开关a、45-力传感器、46-真空压力传感器、47-光电传感器、48-距离传感器。

具体实施方式

[0054] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0055] 电磁开关,顾名思义就是用电磁铁控制的开关,也就是电磁铁与开关的结合体。当电磁铁线圈通电后产生电磁吸力,当活动铁芯或磁铁与其靠近接触时触点闭合,从而接通所控制电路。

[0056] 实施例1

[0057] 一种香梨采摘机器人末端执行器,其由机械手对接盘1、传动机构2、执行机构3和感知机构构成。

[0058] 所述的机械手对接盘1和传动机构2的电机A外壳22通过螺栓连接固定。

[0059] 传动机构2中伺服电机A21安装在电机A外壳22的内腔中,O型环26安装在电机轴端面(即O型环安装在电机轴上),电机法兰23通过螺钉安装在伺服电机A21的轴端面上;伺服电机A21通过减速机24通过信号线相连,减速机24安装在连接外壳25内部,连接外壳25通过连接板215和连接螺钉214与电机B外壳28固定连接;伺服电机B27安装在电机B外壳28的内腔中,丝杆210通过联轴器29与伺服电机B27连接;螺母211的四个安装孔分别与四个相同的连杆212的小端铰接,安装支架213通过连接板215和连接螺钉214与电机B外壳28固定连接。执行机构3中,四个相同的刀架31分别通过活动铰链连接在传动转子2中的连杆212的大端和安装支架213安装孔上,四个弧面切刀32(其内部的弧面切刀a32a、弧面切刀b32b、弧面切刀c32c、弧面切刀d32d)分别与四个刀架31连接组成剪切单元,弧面切刀32的内腔中贴合有一层橡胶材料33;真空吸盘34安装在连接管36的头部,连接管36的中部开设有通气口35;安装法兰37一端连接连接管36,另一端连接在安装支架213上。

[0060] 感知机构4中的两个磁电编码器41,分别安装在伺服电机A21和伺服电机B27的电机轴上,用来测量磁极位置和伺服电机转角及转速;电磁开关b24和电磁开关a44分别固定在电机B外壳28和安装支架213的内腔壁上,电磁开关b42安装固定在电机B外壳28的内腔壁上,电磁开关a44安装固定在安装支架213的内腔壁上,磁铁块43安装在螺母211上,电磁开关b42、电磁开关a44和磁铁块43处于同一垂直轴线上,采用电磁开关通过控制电机的停转,来控制刀架的开张状态,弧面切刀32(弧面切刀a32a、弧面切刀c32c)内腔中与果实接触的一侧粘接有力传感器45,弧面切刀(弧面切刀b32b、弧面切刀d32d)内腔中与果实接触的一

侧粘有红外传感器47;真空压力传感器46安装在靠近(安装在36与其连接的连接管36上,用于监测真空压力值)真空吸盘35处,用于监测真空压力值,确保吸盘持续达到安全吸力;在安装支架213的端面上安装有距离传感器48,用于检测执行器相对于目标果实的距离。

[0061] 一种使用香梨采摘机器人末端执行器采摘香梨的方法,包括:

[0062] 步骤a.初始状态下,末端执行器执行机构3中真空吸盘46未开启,四个刀架处于闭合状态,传动机构中伺服电机A21和伺服电机B27也处于静止状态;

[0063] 步骤b.开始工作时,工作人员启动采摘机器人,首先机器人上的CCD双目摄像机用来采集香梨的图像信息,并进行处理分析(处理分析以及CCD双目相机是载体机器人上的,处理分析以及CCD双目相机控制末端执行器在机器人上的作业流程),通过图形处理来获取香梨的空间位置坐标。

[0064] 驱动机械手臂带动末端执行器朝着目标香梨方向运动,运动过程中,伺服电机B27启动工作,丝杠螺母机构中螺母211处于内缩状态,螺母211通过连杆212带动四个刀架31处于张开状态,当位于螺母上的磁铁块43处于电机B外壳上的电磁开关B42的正下方,其对应的电磁开关被触发,伺服电机B27停止转动,刀架31处于最大张开状态;

[0065] 步骤c.感知机构启动工作,运动过程中距离传感器48对执行器与目标香梨的相对位置进行检测,当红外传感器47检测到目标香梨检测到目标香梨已进入末端执行器剪切范围内时,感知机构感知末端执行器已到达工作位,控制机械手柄停止运动。

[0066] 运动停止后执行机构3中的真空吸盘34开始工作,启动真空设备抽吸,使吸盘内产生负压,从而将带采摘的香梨吸附牢固。其中,感知机构4中的真空压力传感器46,接入真空吸盘35靠近吸盘端,真空压力传感器46实时监测真空压力值,确保真空吸盘持续达到安全吸力,即可开始执行剪切作业。伺服电机B27反向转动,丝杠螺母做回程运动,螺母211此时处于外伸状态。

[0067] 步骤d.当目标果实小于弧面切刀32闭合形成的封闭空间时,螺母211带动连杆212运动,使四个刀架闭合,弧面切刀32随刀架31闭合进而切断目标香梨果梗,完成剪切作业,当安装在螺母211上的磁铁块43处于安装支架213上的电磁开关a44的正下方,其对应的电磁开关被触发,传动机构2中的螺母211处于外伸极限位置时,伺服电机B27停止转动,执行机构3中刀架31完全闭合,四个弧面切刀32闭合将形成封闭空间;

[0068] 步骤e.当目标果实大于弧面切刀32闭合形成的封闭空间时,为了避免弧面切刀32内壁接触果实的力过大损伤果实,弧面切刀32内壁上的力传感器45获取各个内壁的接触力,当接触表面的力传感器45到达设定的抓取力时,将信号反馈给伺服电机B27,伺服电机B27停止转动,此时伺服电机A21启动作业,电机转轴经过波形减速机24的传动,带丝杠螺母传动机构和执行机构3进行往复转动,转动度数 45° - 180° 范围,当然可根据具体情况调整转角。

[0069] 一般情况下,弧面切刀32可对未切断的香梨果梗进行二次旋转切割,当旋转时弧面切割不了果梗的情况下,也可通过刀架31对果实的夹持和往复扭转进行采摘作业,进而保证切割质量,提升采摘效率。

[0070] 步骤f.当末端执行器的执行机构完成对目标顶芽香梨的吸取剪切作业后,机器人的控制系统驱动机械手臂带动末端执行器达到果实收集箱,伺服电机B27再次反转,四个刀架31处于张开状态,同时,真空吸盘装置平稳的充气进入真空吸盘35内,使真空吸盘35内由

负气压变成零气压或稍为正的气压,真空吸盘35脱离目标香梨的吸取,香梨被放置到果实收集箱中,本次香梨采摘作业完成。

[0071] 进一步的技术方案是,重复执行以上操作过程,知道对CCD摄像机视野范围内标记的香梨全部采摘完毕后,机械臂带动末端执行器移动到初始复位状态,采摘机器人开始对下一香梨采摘作业区进行信息采集,并执行以上采摘的全过程,直至完成全部香梨采摘作业。

[0072] (1) 本发明设计的一种香梨采摘机器人末端执行器,执行器中的剪切单元设计为四片弧面切刀全方位切割的采摘方式,对于大小不同的果实有两种切割果梗的方式,果实小于弧面切刀闭合形成的封闭空间时,弧面切刀闭合切断目标香梨果梗,当目标果实大于弧面切刀闭合形成的封闭空间时,弧面切刀可对香梨果梗进行二次旋转切割,保证切割质量,提升采摘效率;

[0073] (2) 执行机构中的抓取单元采用真空吸盘吸附固定的方式,真空吸盘吸附果实可保证果梗在剪切时及剪切后果实的固定,不会因为果实的晃动而造成机械损伤,弧面切刀内腔内采用一层橡胶材料,避免了手爪对果实的刚性接触,减少对果实挤压,此外为了避免弧面切刀内壁接触果实的力过大损伤果实,弧面切刀内壁上的力传感器实施监测获取各个内壁的接触力,当接触表面的力传感器到达设定的抓取力时,刀架停止闭合,实现对果实的适度抓取剪切,最大化的避免采摘过程对果实造成机械损伤。

[0074] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

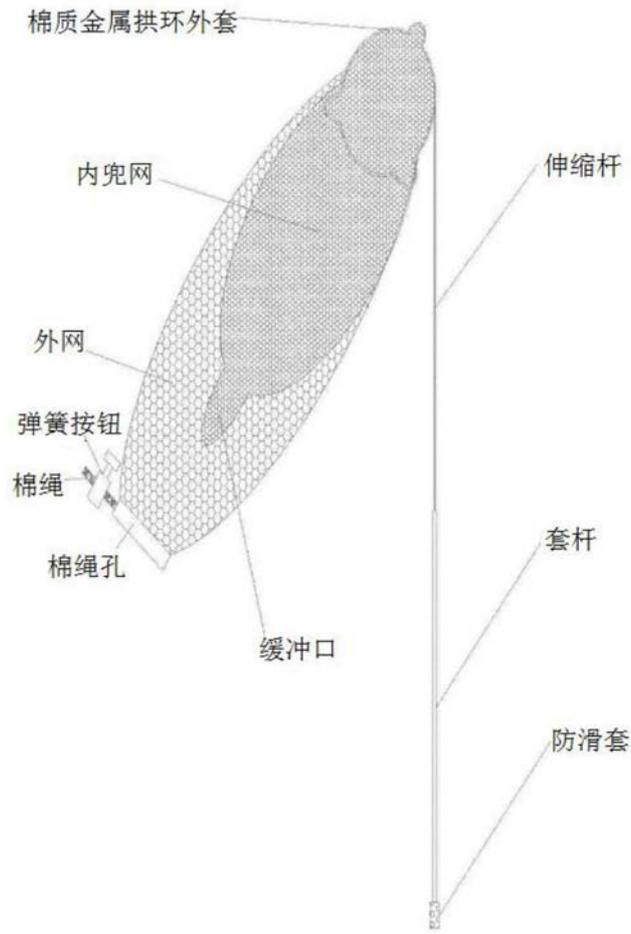


图1

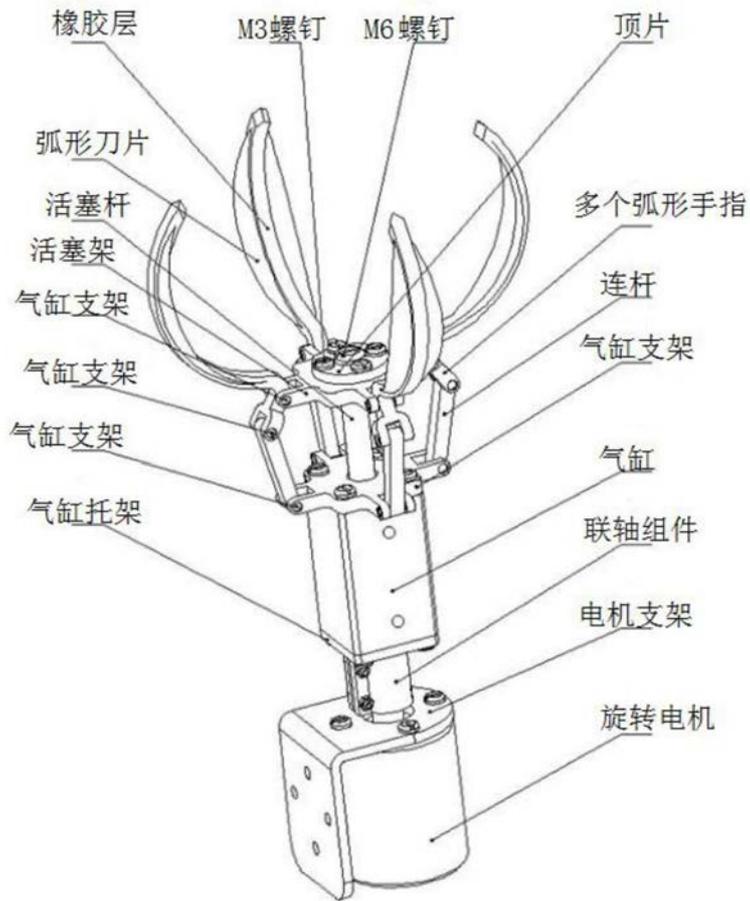


图2

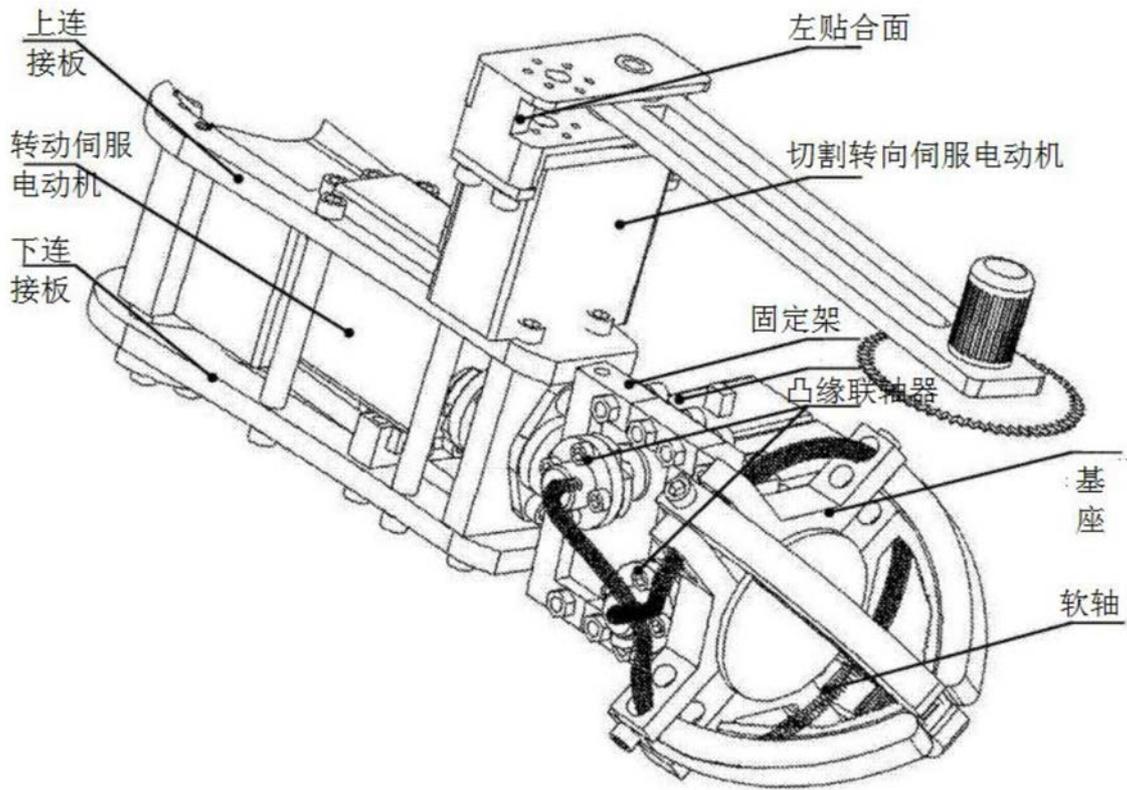


图3

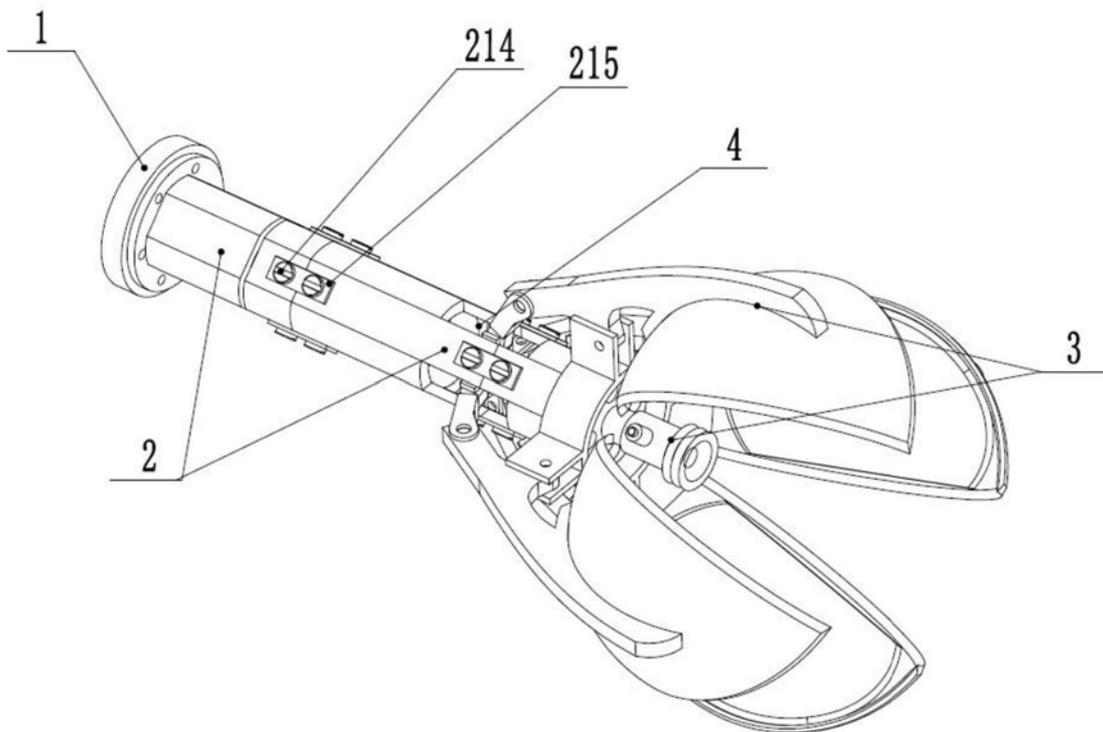


图4

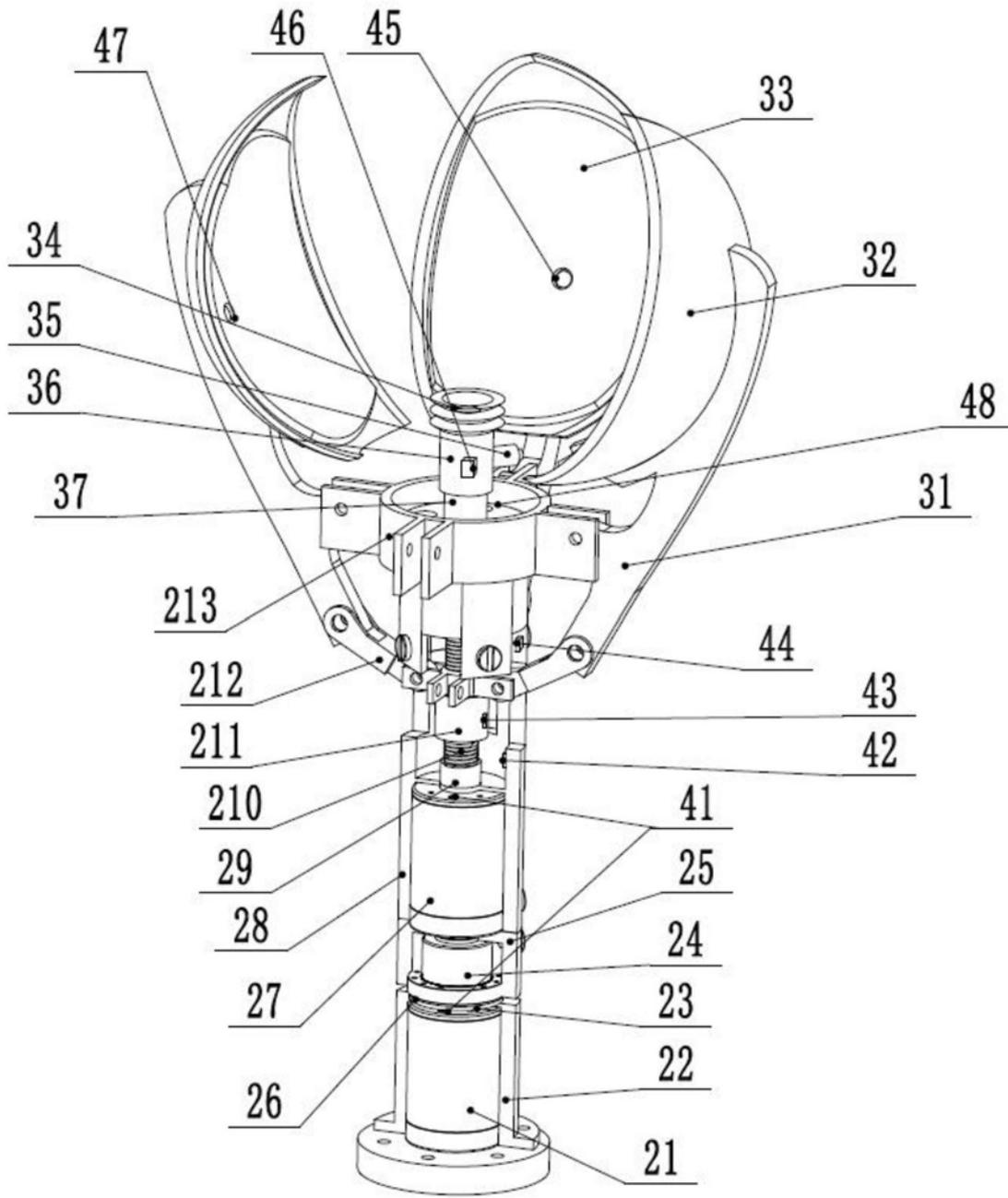


图5