(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114248282 A
(43)申请公布日 2022.03.29

(21)申请号 202111563355.8

(22)申请日 2021.12.20

(71)申请人 中国计量大学
地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区学源街258号

(72)发明人 梁喜凤 史延楠 陈丽妮 王永维

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200
代理人 傅朝栋 张法高

(51)Int.Cl.
B25J 15/00(2006.01)
B25J 15/08(2006.01)
A01D 46/30(2006.01)

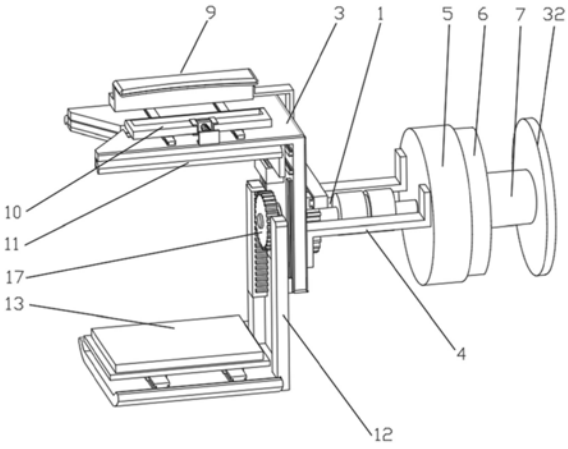
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种用于类球形水果的采摘末端执行器及其方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于类球形水果的采摘末端执行器及其方法，采摘末端执行器的传动模块一端与第一电机的转轴固定连接，另一端与第一支撑件转动连接，第一支撑件通过第一连接件与连接套固定连接，连接套与第一电机固定连接，连接套与电机盖固定连接，电机盖与第二电机的转轴固定连接，第二电机固定在固定座上；第一支撑件上方设有刀片，并滑动连接有通过传动模块驱动的拨茎模块，第一支撑件与防触模块滑动连接，第一支撑件与上抓取模块滑动连接，第一支撑件下方滑动连接有通过传动模块驱动的第二支撑件，第二支撑件与下抓取模块滑动连接。本发明能使裁剪下来的水果果梗的长度基本一致，无需二次修剪，增加了采摘效率，降低了经济成本。



CN 114248282 A

1.一种用于类球形水果的采摘末端执行器,其特征在于,包括第一支撑件(3)、第二支撑件(12)、传动模块(1)和第二电机(7);

所述第一支撑件(3)为L型板状结构,包括第一水平板和第一竖直板;第一水平板沿长度方向设有用于水果茎部进入的过茎槽(18),过茎槽(18)包括渐缩通道、平直通道和倒钩槽;渐缩通道的大口端朝外,平直通道的一侧设有若干倒钩齿(19),相邻倒钩齿(19)之间形成用于防止茎部滑落的倒钩槽,茎部能从外界依次经渐缩通道和平直通道进入倒钩槽内,所有倒钩槽上均设有用于切割茎部的刀片(8);位于平直通道两侧的第一水平板分别为第二侧板和第一侧板,第一侧板靠近倒钩槽且其上设有能在上端面沿宽度方向滑动的防触模块(10);所述防触模块(10)包括与平直通道平行且等长的防触条(28),防触条(28)的外侧面连接有固定于第一侧板上的第一弹簧(33);所述第二侧板上设有能在其上端面沿宽度方向滑动的拨茎模块(9),拨茎模块(9)包括内侧呈弧形并与平直通道平行且等长的弧形拨条(21);初始状态下,第一弹簧(33)处于原长,防触条(28)处于内极限位置且其内侧边与刀片(8)的刀刃处于同一竖直平面上,弧形拨条(21)处于外极限位置;第一水平板的下方平行设有与其板面结构相同的上抓板(37);初始状态下的上抓板(37)与第一水平板处于重合状态,且能在茎部的作用力下与第一水平板发生沿宽度方向的相对滑动;

所述传动模块(1)包括安装于第一竖直板外侧的第一齿轮(16)和安装于第一竖直板内侧的第二齿轮(17),第一齿轮(16)和第二齿轮(17)均固定于与第一竖直板通过轴承转动连接的连接轴(15)上,位于第一齿轮(16)外侧的连接轴(15)端部通过联轴器(14)与第一电机(2)的转轴同轴固定连接,通过第一电机(2)能带动第一齿轮(16)和第二齿轮(17)转动;所述第一竖直板的外侧连接有第二电机(7),通过第二电机(7)能带动第一支撑件(3)以连接轴(15)的轴向转动;所述第一竖直板的外侧面设有能沿宽度方向滑动的第一齿条(25);第一齿条(25)通过第二连接件(22)与弧形拨条(21)固定连接,通过第一齿条(25)与第一齿轮(16)的啮合传动能使弧形拨条(21)滑动;

所述第二支撑件(12)为L型板状结构,包括第二水平板和第二竖直板;所述第二竖直板沿长度方向固定有第二齿条(46),通过第二齿条(46)与第二齿轮(17)的啮合传动能使第二竖直板沿第一竖直板上下滑动;第二竖直板底部连接有位于第一水平板下方的第二水平板,第二水平板的上端面设有能与其发生相对滑动的下抓板(49),下抓板(49)和上抓板(37)能共同实现对果实的夹持且两者的滑动方向一致。

2.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述防触模块(10)包括防触条(28)、第三滑块(30)和第一挤压块(31);防触条(28)的中部设有第一挤压块(31),底部连接有至少一个第三滑块(30),每个第三滑块(30)分别与固定于第一侧板上端面的第三滑条(29)滑动连接;第一弹簧(33)的一端与第一挤压块(31)固定连接,另一端通过弹簧座(34)固定于第一侧板上,以对防触模块(10)施加使其恢复初始状态的回弹力。

3.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述拨茎模块(9)包括弧形拨条(21)和第二滑块(26);弧形拨条(21)为Z型结构,包括上板面和下板面;上板面的内侧呈向内凹陷的弧形,下板面底部固定有至少一个第二滑块(26),每个第二滑块(26)分别与固定于第二侧板上端面的第二滑条(27)滑动连接。

4.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述上抓板(37)与果实的接触侧设有用于保护果实的第一海绵(38),上抓板(37)和第一海绵(38)之间安装有用于检测果

实夹持力的压力传感器(39);第一竖直板的内侧面固定有至少一条与其长度方向平行的第四滑条(40),上抓板(37)通过固定连接的第四滑块(41)与第四滑条(40)滑动连接;第一竖直板的内侧面固定有第一置物件(44),上抓板(37)的下方固定有第二挤压块(42);第二弹簧(45)的一端与第一置物件(44)固定连接,另一端与第二挤压块(42)固定连接,弹力方向与第一水平板宽度方向平行;第二弹簧(45)初始状态下处于原长,受到挤压时能通过第二挤压块(42)对上抓板(37)施加使其恢复初始状态的回弹力。

5.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述第一电机(2)固定于连接套(5)上,连接套(5)的一侧面固定有电机盖(6),连接套(5)和电机盖(6)共同构成用于装载固定第一电机(2)的内腔;第一竖直板的外侧面通过第一连接件(4)与连接套(5)固定连接,电机盖(6)与第二电机(7)的转轴同轴固定连接;电机盖(6)上固定有固定座(32),电机盖(6)和固定座(32)共同构成用于装载固定第二电机(7)的内腔。

6.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述第一竖直板的外侧面沿宽度方向固定有至少一个第一滑块(23),所有第一滑块(23)均与沿宽度方向设置的第一滑条(24)滑动连接,第一滑条(24)上固定有第一齿条(25);通过第一齿条(25)与第一齿轮(16)的啮合传动,以带动第一滑条(24)沿第一滑块(23)滑动。

7.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述第二竖直板外侧固定有至少一个第五滑块(47),第一竖直板内侧面沿长度方向设有至少一条第五滑条(48),第五滑块(47)与第五滑条(48)滑动连接。

8.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述下抓板(49)与果实的接触侧设有用于保护果实的第二海绵(50);第二水平板沿宽度方向设有至少一条第六滑条(52),下抓板(49)底部固定有至少一个第六滑块(51),第六滑块(51)与第六滑条(52)滑动连接;第二水平板上表面固定有第二置物件(54),下抓板(49)底部固定有第三挤压块(53);第三弹簧(43)的一端与第二置物件(54)固定连接,另一端与第三挤压块(53)固定连接,弹力方向与第一水平板宽度方向平行;第三弹簧(43)初始状态下处于原长,受到挤压时能通过第三挤压块(53)对下抓板(49)施加使其恢复初始状态的回弹力。

9.根据权利要求1所述的采摘末端执行器,其特征在于,所述倒钩齿(19)沿平直通道长度方向均匀设置,且相邻倒钩齿(19)之间形成向渐缩通道所在方向倾斜的倒钩槽;所有倒钩齿(19)的上表面向下凹陷,形成用于装配固定刀片(8)的装刀槽(20);刀片(8)的刀刃朝向第二侧板所在方向,且刀刃不超过平直通道。

10.一种根据权利要求1～9任一所述采摘末端执行器的类球形水果采摘方法,其特征在于,具体如下:

S1:抓取水果之前,采摘末端执行器处于初始状态;第一弹簧(33)、第二弹簧(45)和第三弹簧(43)均处于原长且未受外力作用;防触条(28)处于内极限位置且其内侧边与刀片(8)的刀刃处于同一竖直平面上,弧形拨条(21)处于外极限位置;上抓板(37)位于第一水平板的正下方,两者板面上开设的过茎槽(18)和倒钩槽均处于垂直投影重合的状态;下抓板(49)位于上抓板(37)的正下方,且处于与上抓板(37)距离最远的下极限位置;

S2:当采摘水果时,通过移动采摘末端执行器的位置,使待采摘的水果茎部从外界经渐缩通道滑入平直通道中;通过第一电机(2)带动第一齿轮(16)和第二齿轮(17)同步转动;通过第一齿轮(16)的转动,使弧形拨条(21)向第一侧板方向移动;弧形拨条(21)在移动的过

程中，逐渐与处于平直通道中的茎部相接触，并对茎部产生向倒钩槽内移动的推力；此时，茎部对防触条(28)内侧的作用力不足以带动其移动；同时，通过第二齿轮(17)的转动，使下抓板(49)连同第二水平板一起向上移动；下抓板(49)在移动的过程中，逐渐与果实底部接触并将果实逐渐向上托起，茎部也随同果实在过茎槽(18)的限位下向上移动；

S3：在下抓板(49)托起果实的过程中，上抓板(37)逐渐与果实顶部接触；当上抓板(37)和下抓板(49)共同夹紧果实后，第一电机(2)停止转动；此时，茎部被弧形拨条(21)带入倒钩槽内，且与刀片(8)的刀刃接触；

S4：通过第二电机(7)带动第一支撑件(3)向刀刃受力方向转动，使茎部在拉力作用下逐渐拉紧，防触条(28)在茎部作用力下向第一弹簧(33)收缩的方向滑动，上抓板(37)和下抓板(49)带动果实在拉力作用下一同向刀刃受力方向滑动，直至刀片(8)将茎部割断，此时拉力消失，防触条(28)、上抓板(37)和下抓板(49)分别恢复至初始状态，完成果实的采摘；

S5：放下果实后，通过第一电机(2)和第二电机(7)使采摘末端执行器复位至初始状态，以便于执行下一次的果实采摘。

一种用于类球形水果的采摘末端执行器及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水果采摘技术领域，具体为一种用于类球形水果的采摘末端执行器及其方法。

背景技术

[0002] 目前，采摘机械手的末端执行器大多数采摘后的水果的茎部错落不一，是因为末端执行器无法在果实的体积改变的情况下保证果实梗部长度一致，使得水果商需要对水果的果梗进行再次修剪，从而增加了时间和人工成本；

[0003] 很多末端执行器疏于对水果采摘的保护，使得对采摘后的水果造成一定程度上的损伤，从而增加了经济成本。

[0004] 基于此，本发明设计了一种类球形水果采摘末端执行器，以解决上述问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中的缺陷，并提供一种用于类球形水果的采摘末端执行器及其方法。

[0006] 本发明所采用的具体技术方案如下：

[0007] 第一方面，本发明提供了一种用于类球形水果的采摘末端执行器，包括第一支撑件、第二支撑件、传动模块和第二电机；

[0008] 所述第一支撑件为L型板状结构，包括第一水平板和第一竖直板；第一水平板沿长度方向设有用于水果茎部进入的过茎槽，过茎槽包括渐缩通道、平直通道和倒钩槽；渐缩通道的大口端朝外，平直通道的一侧设有若干倒钩齿，相邻倒钩齿之间形成用于防止茎部滑落的倒钩槽，茎部能从外界依次经渐缩通道和平直通道进入倒钩槽内，所有倒钩槽上均设有用于切割茎部的刀片；位于平直通道两侧的第一水平板分别为第二侧板和第一侧板，第一侧板靠近倒钩槽且其上设有能在上端面沿宽度方向滑动的防触模块；所述防触模块包括与平直通道平行且等长的防触条，防触条的外侧面连接有固定于第一侧板上的第一弹簧；所述第二侧板上设有能在其上端面沿宽度方向滑动的拨茎模块，拨茎模块包括内侧呈弧形并与平直通道平行且等长的弧形拨条；初始状态下，第一弹簧处于原长，防触条处于内极限位置且其内侧边与刀片的刀刃处于同一竖直平面上，弧形拨条处于外极限位置；第一水平板的下方平行设有与其板面结构相同的上抓板；初始状态下的上抓板与第一水平板处于重合状态，且能在茎部的作用力下与第一水平板发生沿宽度方向的相对滑动；

[0009] 所述传动模块包括安装于第一竖直板外侧的第一齿轮和安装于第一竖直板内侧的第二齿轮，第一齿轮和第二齿轮均固定于与第一竖直板通过轴承转动连接的连接轴上，位于第一齿轮外侧的连接轴端部通过联轴器与第一电机的转轴同轴固定连接，通过第一电机能带动第一齿轮和第二齿轮转动；所述第一竖直板的外侧连接有第二电机，通过第二电机能带动第一支撑件以连接轴的轴向转动；所述第一竖直板的外侧面设有能沿宽度方向滑动的第一齿条；第一齿条通过第二连接件与弧形拨条固定连接，通过第一齿条与第一齿轮

的啮合传动能使弧形拨条滑动；

[0010] 所述第二支撑件为L型板状结构，包括第二水平板和第二竖直板；所述第二竖直板沿长度方向固定有第二齿条，通过第二齿条与第二齿轮的啮合传动能使第二竖直板沿第一竖直板上下滑动；第二竖直板底部连接有位于第一水平板下方的第二水平板，第二水平板的上端面设有能与其发生相对滑动的下抓板，下抓板和上抓板能共同实现对果实的夹持且两者的滑动方向一致。

[0011] 作为优选，所述防触模块包括防触条、第三滑块和第一挤压块；防触条的中部设有第一挤压块，底部连接有至少一个第三滑块，每个第三滑块分别与固定于第一侧板上端面的第三滑条滑动连接；第一弹簧的一端与第一挤压块固定连接，另一端通过弹簧座固定于第一侧板上，以对防触模块施加使其恢复初始状态的回弹力。

[0012] 作为优选，所述拨茎模块包括弧形拨条和第二滑块；弧形拨条为Z型结构，包括上板面和下板面；上板面的内侧呈向内凹陷的弧形，下板面底部固定有至少一个第二滑块，每个第二滑块分别与固定于第二侧板上端面的第二滑条滑动连接。

[0013] 作为优选，所述上抓板与果实的接触侧设有用于保护果实的第一海绵，上抓板和第一海绵之间安装有用于检测果实夹持力的压力传感器；第一竖直板的内侧面固定有至少一条与其长度方向平行的第四滑条，上抓板通过固定连接的第四滑块与第四滑条滑动连接；第一竖直板的内侧面固定有第一置物件，上抓板的下方固定有第二挤压块；第二弹簧的一端与第一置物件固定连接，另一端与第二挤压块固定连接，弹力方向与第一水平板宽度方向平行；第二弹簧初始状态下处于原长，受到挤压时能通过第二挤压块对上抓板施加使其恢复初始状态的回弹力。

[0014] 作为优选，所述第一电机固定于连接套上，连接套的一侧面固定有电机盖，连接套和电机盖共同构成用于装载固定第一电机的内腔；第一竖直板的外侧面通过第一连接件与连接套固定连接，电机盖与第二电机的转轴同轴固定连接；电机盖上固定有固定座，电机盖和固定座共同构成用于装载固定第二电机的内腔。

[0015] 作为优选，所述第一竖直板的外侧面沿宽度方向固定有至少一个第一滑块，所有第一滑块均与沿宽度方向设置的第一滑条滑动连接，第一滑条上固定有第一齿条；通过第一齿条与第一齿轮的啮合传动，以带动第一滑条沿第一滑块滑动。

[0016] 作为优选，所述第二竖直板外侧固定有至少一个第五滑块，第一竖直板内侧面沿长度方向设有至少一条第五滑条，第五滑块与第五滑条滑动连接。

[0017] 作为优选，所述下抓板与果实的接触侧设有用于保护果实的第二海绵；第二水平板沿宽度方向设有至少一条第六滑条，下抓板底部固定有至少一个第六滑块，第六滑块与第六滑条滑动连接；第二水平板上表面固定有第二置物件，下抓板底部固定有第三挤压块；第三弹簧的一端与第二置物件固定连接，另一端与第三挤压块固定连接，弹力方向与第一水平板宽度方向平行；第三弹簧初始状态下处于原长，受到挤压时能通过第三挤压块对下抓板施加使其恢复初始状态的回弹力。

[0018] 作为优选，所述倒钩齿沿平直通道长度方向均匀设置，且相邻倒钩齿之间形成向渐缩通道所在方向倾斜的倒钩槽；所有倒钩齿的上表面向下凹陷，形成用于装配固定刀片的装刀槽；刀片的刀刃朝向第二侧板所在方向，且刀刃不超过平直通道。

[0019] 第二方面，本发明提供了一种根据第一方面任一所述采摘末端执行器的类球形水

果采摘方法，具体如下：

[0020] S1：抓取水果之前，采摘末端执行器处于初始状态；第一弹簧、第二弹簧和第三弹簧均处于原长且未受外力作用；防触条处于内极限位置且其内侧边与刀片的刀刃处于同一竖直平面上，弧形拨条处于外极限位置；上抓板位于第一水平板的正下方，两者板面上开设的过茎槽和倒钩槽均处于垂直投影重合的状态；下抓板位于上抓板的正下方，且处于与上抓板距离最远的下极限位置；

[0021] S2：当采摘水果时，通过移动采摘末端执行器的位置，使待采摘的水果茎部从外界经渐缩通道滑入平直通道中；通过第一电机带动第一齿轮和第二齿轮同步转动；通过第一齿轮的转动，使弧形拨条向第一侧板方向移动；弧形拨条在移动的过程中，逐渐与处于平直通道中的茎部相接触，并对茎部产生向倒钩槽内移动的推力；此时，茎部对防触条内侧的作用力不足以带动其移动；同时，通过第二齿轮的转动，使下抓板连同第二水平板一起向上移动；下抓板在移动的过程中，逐渐与果实底部接触并将果实逐渐向上托起，茎部也随同果实在过茎槽的限位下向上移动；

[0022] S3：在下抓板托起果实的过程中，上抓板逐渐与果实顶部接触；当上抓板和下抓板共同夹紧果实后，第一电机停止转动；此时，茎部被弧形拨条带入倒钩槽内，且与刀片的刀刃接触；

[0023] S4：通过第二电机带动第一支撑件向刀刃受力方向转动，使茎部在拉力作用下逐渐拉紧，防触条在茎部作用力下向第一弹簧收缩的方向滑动，上抓板和下抓板带动果实在拉力作用下一同向刀刃受力方向滑动，直至刀片将茎部割断，此时拉力消失，防触条、上抓板和下抓板分别恢复至初始状态，完成果实的采摘；

[0024] S5：放下果实后，通过第一电机和第二电机使采摘末端执行器复位至初始状态，以便于执行下一次的果实采摘。

[0025] 本发明相对于现有技术而言，具有以下有益效果：

[0026] 1)通过传动模块、第三弹簧、第一电机、第二电机、第二连接件、第一支撑件、刀片、拨茎模块、防触模块、上抓取模块、第二支撑件和下抓取模块的配合使用，使得采摘后的果梗长度基本保持一致，从而不需要对采摘的水果的果梗进行二次修剪，降低了人工成本，增加了经济效益。

[0027] 2)通过上抓取模块中压力传感器和第一海绵以及下抓取模块中第二海绵的配合使用，有效避免了果实在采摘的过程中受到损伤，从而提高了水果采摘的质量。

附图说明

[0028] 图1为采摘末端执行器的结构示意图；

[0029] 图2为第一支撑件、传动模块和第二电机的连接结构示意图；

[0030] 图3为第一支撑件、拨茎模块和防触模块的连接结构示意图；

[0031] 图4为上抓取模块的结构示意图；

[0032] 图5为(a)第一置物件和(b)弹簧座的结构示意图；

[0033] 图6为第二支撑件和下抓取模块的连接结构示意图；

[0034] 附图中，各标号所代表的部件列表如下：

[0035] 1-传动模块，2-第一电机，3-第一支撑件，4-第一连接件，5-连接套，6-电机盖，7-

第二电机,8-刀片,9-拨茎模块,10-防触模块,11-上抓取模块,12-第二支撑件,13-下抓取模块,14-联轴器,15-连接轴,16-第一齿轮,17-第二齿轮,18-过茎槽,19-倒钩齿,20-装刀槽,21-弧形拨条,22-第二连接件,23-第一滑块,24-第一滑条,25-第一齿条,26-第二滑块,27-第二滑条,28-防触条,29-第三滑条,30-第三滑块,31-第一挤压块,32-固定座,33-第一弹簧,34-弹簧座,35-底座,36-连接柱,37-上抓板,38-第一海绵,39-压力传感器,40-第四滑条,41-第四滑块,42-第二挤压块,43-第三弹簧,44-第一置物件,45-第二弹簧,46-第二齿条,47-第五滑块,48-第五滑条,49-下抓板,50-第二海绵,51-第六滑块,52-第六滑条,53-第三挤压块,54-第二置物件。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步阐述和说明。本发明中各个实施方式的技术特征在没有相互冲突的前提下,均可进行相应组合。

[0037] 如图1所示,为本发明提供的一种用于类球形水果的采摘末端执行器,该采摘末端执行器主要包括第一支撑件3、第二支撑件12、传动模块1和第二电机7。

[0038] 如图3所示,第一支撑件3为L型板状结构,包括相互连接的第一水平板和第一竖直板。第一水平板沿长度方向设有用于使水果茎部从外界进入的过茎槽18,过茎槽18包括渐缩通道、平直通道和倒钩槽。渐缩通道的轴线平行第一水平板的长度方向设置,其大口端朝外,以便于茎部能够在渐缩通道的引导下逐渐向内部移动,渐缩通道的小口端与平直通道的一端连通。平直通道平行第一水平板的长度方向设置,但不贯通整个第一水平板的长度,即平直通道的另一个端部不与外界相通。平直通道的一侧设有若干倒钩齿19,相邻倒钩齿19之间形成倒钩槽,倒钩槽用于防止茎部滑落。因此,茎部能从外界依次经渐缩通道和平直通道后进入倒钩槽内,且所有倒钩槽上均设有刀片8,刀片8用于切割茎部。

[0039] 在实际应用时,可以将倒钩齿19沿平直通道长度方向均匀设置,使得相邻倒钩齿19之间形成宽度和间距相同的若干倒钩槽,倒钩槽均向渐缩通道所在方向倾斜,从而防止茎部进入倒钩槽后再沿着平直通道向渐缩通道处滑落。所有倒钩齿19的上表面向下凹陷,形成用于装配固定刀片8的装刀槽20。刀片8的刀刃朝向第二侧板所在方向,且刀刃不超过平直通道。因此,当茎部进入倒钩槽内时,茎部首先与刀片8的刀刃相接触。

[0040] 位于平直通道两侧的第一水平板分别记为第二侧板和第一侧板,其中,第一侧板为靠近倒钩槽一侧的板面。第一侧板上设有仅能在第一侧板的上端面滑动的防触模块10,且滑动方向沿第一侧板的宽度方向。防触模块10包括防触条28,防触条28与平直通道的长度方向平行且等长,防触条28的外侧面连接有固定于第一侧板上的第一弹簧33。初始状态下,第一弹簧33处于原长并不受外力作用,防触条28处于内极限位置且其内侧边与刀片8的刀刃处于同一竖直平面上。这里的“内侧”指的是靠近平直通道的一侧。

[0041] 防触模块10主要用于保证果实茎部能顺利进入平直通道,且在受到茎部挤压力向外侧滑动使刀片切断茎部后,能够恢复原始状态。因此,在实际应用时,可以将防触模块10设置为如下结构:防触模块10包括防触条28、第三滑块30和第一挤压块31。防触条28的中部设有第一挤压块31,第一挤压块31为I形结构。第一弹簧33的一端与第一挤压块31的中部固定连接,另一端通过弹簧座34固定于第一侧板上,第一弹簧33的弹力方向垂直防触条28,以对防触模块10施加使其恢复初始状态的回弹力。防触条28的底部连接有至少一个第三滑块

30，每个第三滑块30分别与固定于第一侧板上端面的第三滑条29滑动连接。例如，可以在防触条28的底部沿长度方向设置两个第三滑块30，在第一侧板上端面也设有两个与其相匹配的第三滑条29，每个第三滑块30分别对应一个第三滑条29滑动连接。

[0042] 在实际应用时，可以将弹簧座34设置为如图5(b)所示结构，即弹簧座34包括底座35和连接柱36。底座35为L形的板状结构，连接柱36固定于底座35的竖直板面内侧且与竖直板面垂直。第一弹簧33套设于连接柱36上，一端与底座35的竖直板面内侧固定连接，另一端与第一挤压块31的中部固定连接。

[0043] 第二侧板上设有仅能在第二侧板上端面滑动的拨茎模块9，且滑动方向沿第二侧板的宽度方向。拨茎模块9包括弧形拨条21，弧形拨条21的内侧面呈弧形，弧形拨条21与平直通道的长度方向平行且等长。这里的“内侧”指的是靠近平直通道的一侧。初始状态下，弧形拨条21处于外极限位置。

[0044] 拨茎模块9主要用于将处于平直通道内的茎部向装有刀片的倒钩槽内带动，因此，在实际应用时，拨茎模块9可以设置为如下结构：拨茎模块9包括弧形拨条21和第二滑块26。弧形拨条21为Z型结构，包括上板面和下板面。上板面的内侧呈向内凹陷的弧形，以便于防止茎部脱离弧形拨条21；下板面底部固定有至少一个第二滑块26，每个第二滑块26分别与固定于第二侧板上端面的第二滑条27滑动连接。例如，可以在弧形拨条21的底部沿长度方向设置两个第二滑块26，在第二侧板上端面也设有两个与其相匹配的第二滑条27，每个第二滑块26分别对应一个第二滑条27滑动连接。

[0045] 第一水平板的下方平行设有与其板面结构相同的上抓板37。这里的“板面结构相同”指的是，上抓板37上也设置有与第一水平板位置、结构和大小相同的过茎槽18。初始状态下，上抓板37与第一水平板处于重合状态，即两者的过茎槽18的垂直投影相同。上抓板37能在茎部的作用力下与第一水平板发生沿宽度方向的相对滑动。

[0046] 上抓板37主要用于配合下抓板49共同实现果实的夹持作用，且能够沿第一水平板发生朝向刀刃方向的相对滑动，以便于利用刀刃切割茎部。因此，如图4所示，可以将上抓板37设置为如下结构：上抓板37与果实的接触侧设有用于保护果实的第一海绵38，上抓板37和第一海绵38之间安装有用于检测果实夹持力的压力传感器39。第一竖直板的内侧面固定有至少一条与其长度方向平行的第四滑条40，上抓板37通过固定连接的第四滑块41与第四滑条40滑动连接。例如，可以在第一竖直板的内侧面设有两条平行且具有一定间隔的第四滑条40，上抓板37靠近第一竖直板的一侧固定有上下两个第四滑块41，每个第四滑块41分别与一个第四滑条40滑动连接。在第一竖直板的内侧面固定有第一置物件44，上抓板37的下方固定有第二挤压块42。第二弹簧45的一端与第一置物件44固定连接，另一端与第二挤压块42固定连接，弹力方向与第一水平板宽度方向平行。第二弹簧45初始状态下处于原长，受到挤压时能通过第二挤压块42对上抓板37施加使其恢复初始状态的回弹力。具体的，第一置物件44可以设置为如图5(a)所示结构，即具有封堵端的L形板状结构，板上放置第二弹簧45；第二弹簧45的一端与封堵端固定连接，另一端第二挤压块42固定连接。在该结构下，上抓板37、第一海绵38、压力传感器39、第四滑块41和第二挤压块42统称为上抓取模块11。

[0047] 如图2所示，传动模块1包括安装于第一竖直板外侧的第一齿轮16和安装于第一竖直板内侧的第二齿轮17，第一齿轮16和第二齿轮17均固定于连接轴15上，连接轴15通过轴承与第一竖直板转动连接。位于第一齿轮16外侧的连接轴15端部通过联轴器14与第一电机

2的转轴同轴固定连接，通过第一电机2能带动第一齿轮16和第二齿轮17转动。第一竖直板的外侧连接有第二电机7，通过第二电机7能带动第一支撑件3以连接轴15的轴向转动。

[0048] 在实际应用时，可以将第一电机2固定于连接套5的一个端面上，连接套5的另一个端面上固定有电机盖6，连接套5和电机盖6共同形成用于装载固定第一电机2的内腔。第一竖直板的外侧面通过第一连接件4与连接套5固定连接，电机盖6与第二电机7的转轴同轴固定连接。电机盖6上固定有固定座32，电机盖6和固定座32共同构成用于装载固定第二电机7的内腔。

[0049] 在第一竖直板的外侧面设有能沿宽度方向滑动的第一齿条25。第一齿条25通过第二连接件22与弧形拨条21固定连接，通过第一齿条25与第一齿轮16的啮合传动能使弧形拨条21滑动。

[0050] 在实际应用时，可以将第一竖直板的外侧面沿宽度方向固定有至少一个第一滑块23，所有第一滑块23均与沿宽度方向设置的第一滑条24滑动连接，第一滑条24上固定有第一齿条25。通过第一齿条25与第一齿轮16的啮合传动，以带动第一滑条24沿第一滑块23滑动。例如，可以在第一竖直板的外侧面沿宽度方向固定有两个第一滑块23，两个第一滑块23均与第一滑条24滑动连接。

[0051] 如图6所示，第二支撑件12为L型板状结构，包括相互连接的第二水平板和第二竖直板。第二竖直板沿长度方向固定有第二齿条46，通过第二齿条46与第二齿轮17的啮合传动能使第二竖直板沿第一竖直板上下滑动。在实际应用时，可以在第二竖直板的外侧固定有至少一个第五滑块47，第一竖直板内侧面沿长度方向设有至少一条第五滑条48，第五滑块47与第五滑条48滑动连接。例如，可以在第二竖直板的外侧面沿宽度方向平行设置两个第五滑块47，在第一竖直板内侧面沿长度方向设有两条平行的第五滑条48，每个第五滑块47分别与一个第五滑条48滑动连接。

[0052] 第二竖直板底部连接有位于第一水平板下方的第二水平板，第二水平板的上端面设有能与其发生相对滑动的下抓板49，下抓板49和上抓板37能共同实现对果实的夹持且两者的滑动方向一致。

[0053] 下抓板49主要用于配合上抓板37共同实现果实的夹持作用，且能够沿第二水平板发生朝向刀刃方向的相对滑动，以便于利用刀刃切割茎部。因此，在实际应用时，可以将下抓板49设置为如下结构：在下抓板49与果实的接触侧设有用于保护果实的第二海绵50，第二水平板沿宽度方向设有至少一条第六滑条52，下抓板49底部固定有至少一个第六滑块51，第六滑块51与第六滑条52滑动连接。例如，可以在下抓板49底部平行宽度方向设有两组第六滑块组，每组第六滑块组均包括两个沿下抓板49宽度方向设置的第六滑块51，第二水平板沿宽度方向设有两条平行的第六滑条52，每组第六滑块组分别与一个第六滑条52滑动连接。在第二水平板上表面固定有第二置物件54，下抓板49底部固定有第三挤压块53。第三弹簧43的一端与第二置物件54固定连接，另一端与第三挤压块53固定连接，弹力方向与第一水平板宽度方向平行。第三弹簧43初始状态下处于原长，受到挤压时能通过第三挤压块53对下抓板49施加使其恢复初始状态的回弹力。在该结构下，下抓板49、第二海绵50、第六滑块51和第三挤压块53统称为下抓取模块13。

[0054] 利用上述采摘末端执行器的类球形水果采摘方法，具体如下：

[0055] S1：抓取水果之前，采摘末端执行器处于初始状态。第一弹簧33、第二弹簧45和第

三弹簧43均处于原长且未受外力作用。防触条28处于内极限位置且其内侧边与刀片8的刀刃处于同一竖直平面上，弧形拨条21处于外极限位置。上抓板37位于第一水平板的正下方，两者板面上开设的过茎槽18和倒钩槽均处于垂直投影重合的状态。下抓板49位于上抓板37的正下方，且处于与上抓板37距离最远的下极限位置。

[0056] S2：当采摘水果时，通过移动采摘末端执行器的位置，使待采摘的水果茎部从外界经渐缩通道滑入平直通道中。通过第一电机2带动第一齿轮16和第二齿轮17同步转动。通过第一齿轮16的转动，使弧形拨条21向第一侧板方向移动，即使处于外极限位置的弧形拨条21逐渐向中间移动。弧形拨条21在移动的过程中，逐渐与处于平直通道中的茎部相接触，并对茎部产生向倒钩槽内移动的推力。但此时，防触条28受到茎部很小的触力，茎部对防触条28内侧的作用力不足以带动其移动。

[0057] 同时，通过第二齿轮17的转动，使下抓板49连同第二水平板一起向上移动。下抓板49在移动的过程中，逐渐与果实底部接触并将果实逐渐向上托起，茎部也随同果实在过茎槽18的限位下向上移动。

[0058] S3：在下抓板49托起果实的过程中，上抓板37逐渐与果实顶部接触。当上抓板37和下抓板49共同夹紧果实后，第一电机2停止转动。此时，弧形拨条21运动到超过刀片中间的位置，茎部被弧形拨条21带入倒钩槽内，且与刀片8的刀刃接触。

[0059] 在实际应用时，第一电机2是否停止工作可以通过设置于上抓板37的压力传感器39进行判断：若是上抓板37和下抓板49之间的夹紧力超过压力传感器39的预设值时，可以发出压力信号并传递至控制终端，随后控制终端控制第一电机2停止工作。

[0060] S4：当果实被夹紧后，通过第二电机7带动第一支撑件3向刀刃受力方向转动，使茎部在拉力作用下逐渐拉紧，防触条28在茎部作用力下向第一弹簧33收缩的方向滑动，上抓板37和下抓板49带动果实在拉力作用下一同向刀刃受力方向滑动，直至刀片8将茎部割断，此时拉力消失，防触条28、上抓板37和下抓板49分别恢复至初始状态，完成果实的采摘。

[0061] 在实际应用时，第二电机7是否开始工作也可以通过设置于上抓板37的压力传感器39进行判断：若是上抓板37和下抓板49之间的夹紧力达到压力传感器39的预设值时，说明果实已经被夹紧，因此压力传感器39能以发出压力信号并传递至控制终端，随后控制终端控制第二电机7开始工作。

[0062] 此外，第二电机7带动第一支撑件3转动时，可以只转动90度，因为该角度已经足以产生满足使茎部切割的拉紧力了。

[0063] S5：通过移动采摘末端执行器的位置，使被采摘下的果实移动至收集处，通过控制第一电极使上抓板37和下抓板49松开。放下果实后，通过第一电机2和第二电机7使采摘末端执行器复位至初始状态，以便于执行下一次的果实采摘。

[0064] 在实际应用时，第一电机2和第二电机7是否开启以带动采摘末端执行器复位的操作可以通过设置于上抓板37的压力传感器39进行判断：若是压力为零时，说明上抓板37和下抓板49松开，果实被放下，此时可以发出压力信号并传递至控制终端，随后控制终端控制第一电机2带动拨茎模块复位，第二电机7带动第一支撑件3复位。

[0065] 本发明的采摘末端执行器可以使得裁剪下来的水果果梗的长度基本一致，无需二次修剪，增加了采摘效率，降低了经济成本。

[0066] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案，然其并非用以限制本发明。有

关技术领域的普通技术人员，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，还可以做出各种变化和变型。因此凡采取等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案，均落在本发明的保护范围内。

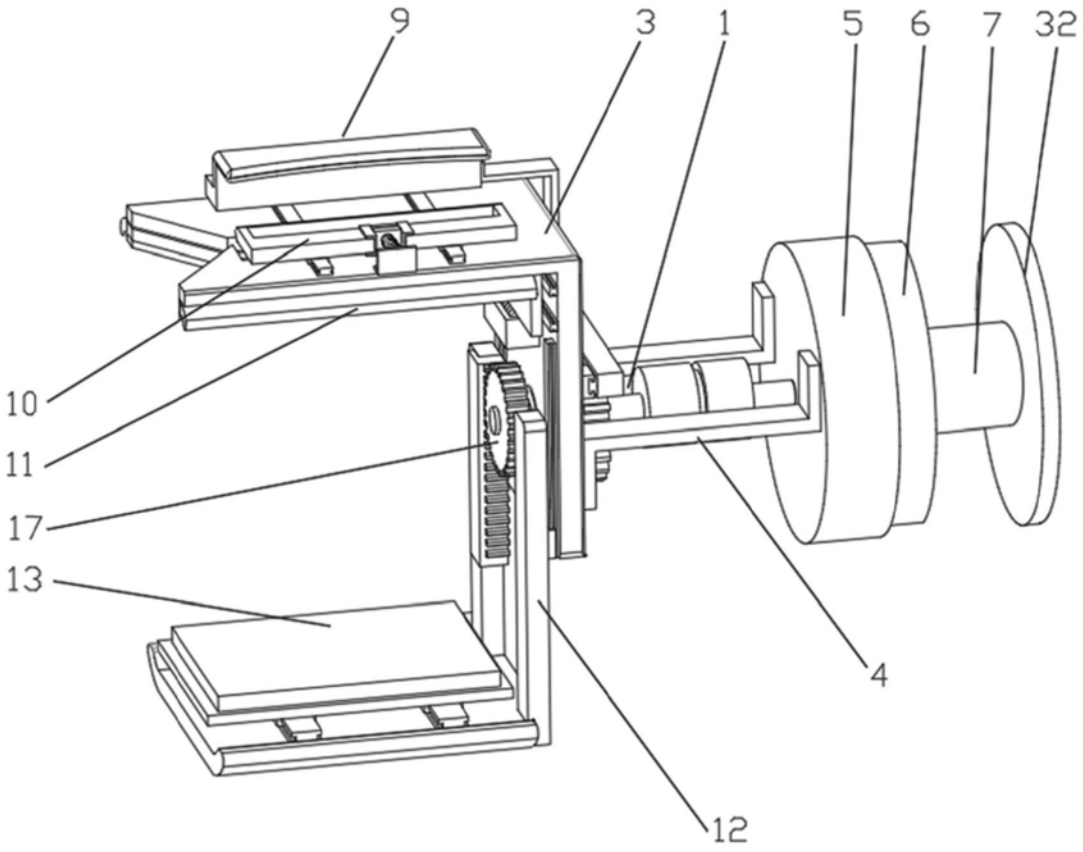


图1

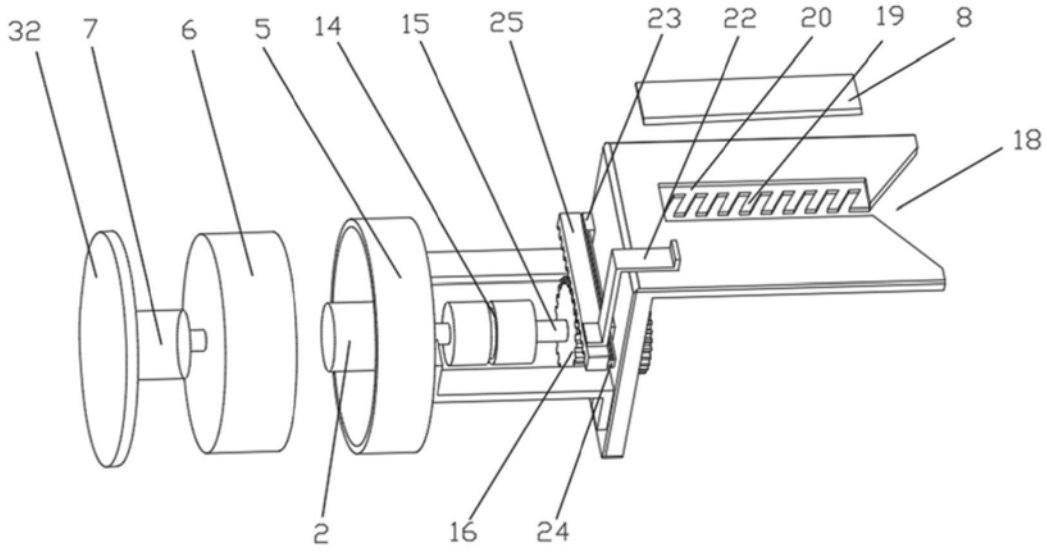


图2

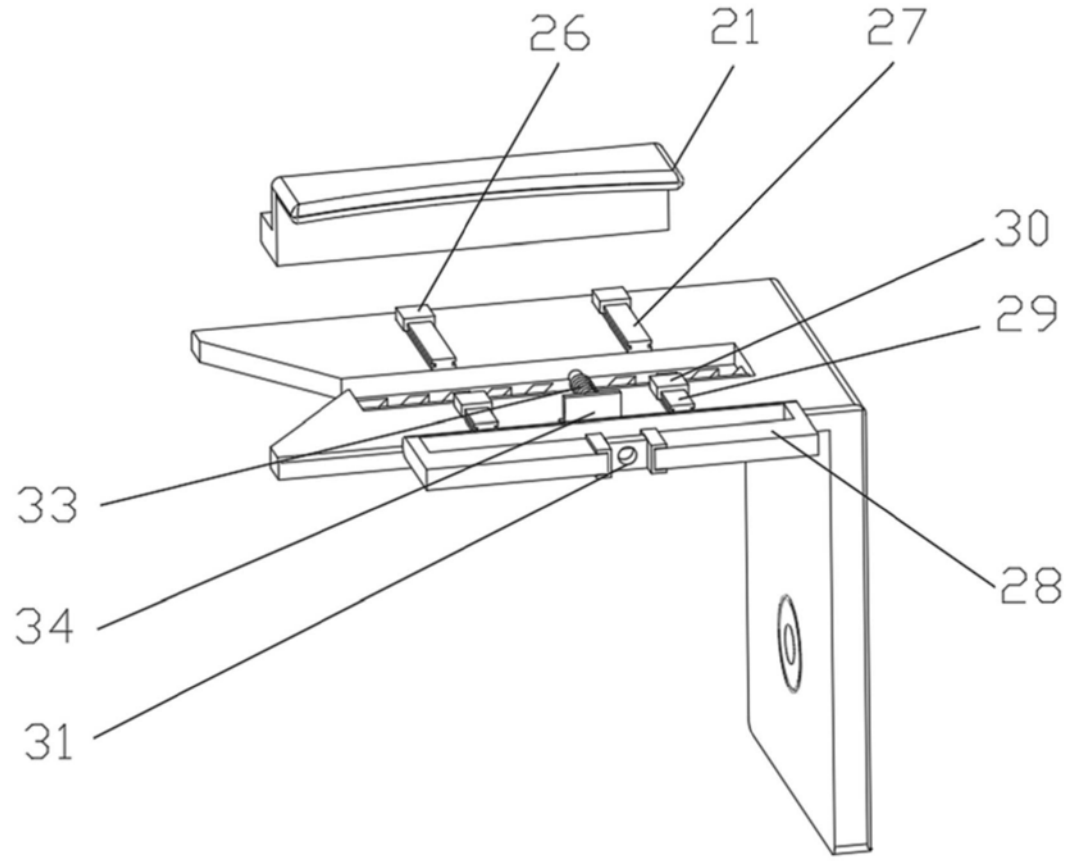


图3

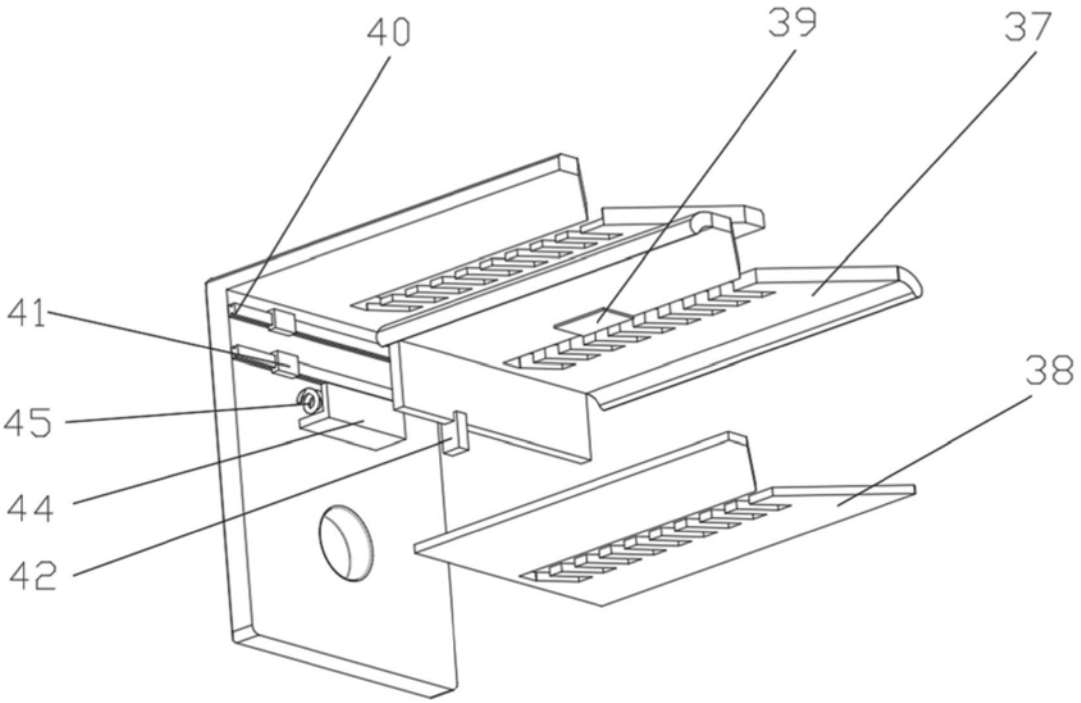


图4

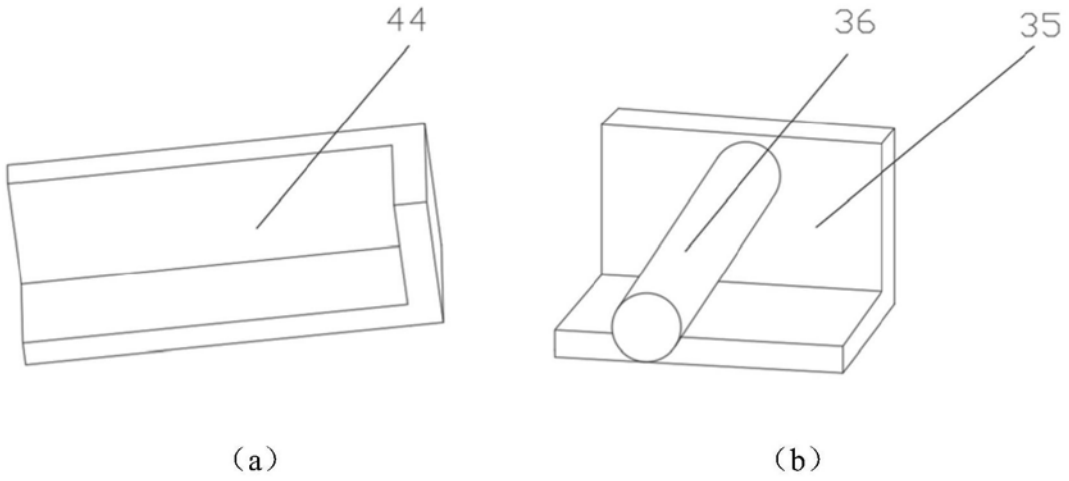


图5

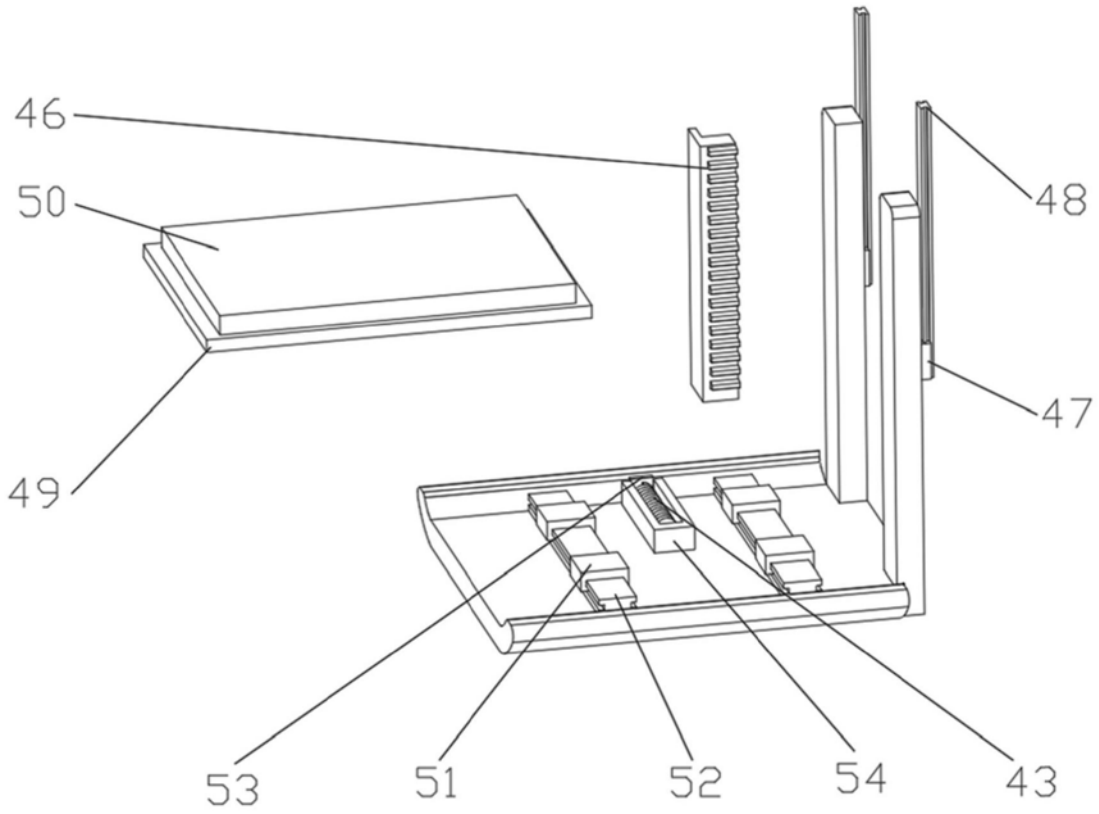


图6