



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111386847 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010162642.7

(22)申请日 2020.03.10

(71)申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301号

(72)发明人 江洪 王成崇 严传馨

(51)Int.Cl.

A01D 46/00(2006.01)

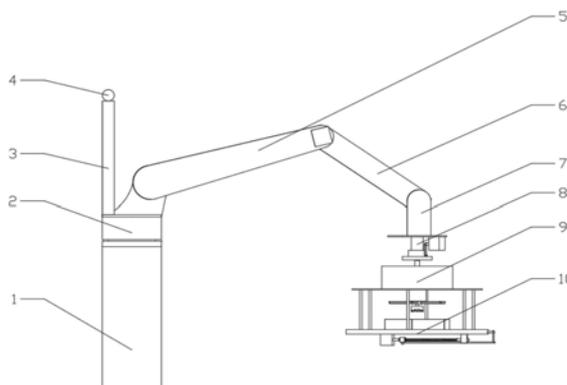
权利要求书2页 说明书7页 附图10页

(54)发明名称

基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置及其采摘方法

(57)摘要

本发明公开一种基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置及其采摘方法,四自由度机械臂末端依次连接采摘角度调节机构、切割及去茎机构和旋转开合机构,曲柄电机启动,带动切割及去茎机构、旋转开合机构偏转一个与荷叶边缘面和水平面的偏转角度相同的角度,旋转电机启动,带动切割及去茎机构和旋转开合机构与荷叶边缘面平行,滚珠丝杠电机启动,六个收集盒同时旋转打开一个大于荷叶边缘面的开口,四自由度机械臂动作使荷叶位于收集盒上表面,锯齿形刀片对荷叶中心钻孔去茎,切割刀片将荷叶切割成六片,压板将切成片的荷叶压入到收集盒;集采摘、去茎、切割、收集于一体,对叶茎的去除彻底,避免二次去茎,自动化程度高,采摘效率高。



1. 一种基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置,包括四自由度机械臂,其特征是:四自由度机械臂末端从上到下依次连接采摘角度调节机构(8)、切割及去茎机构(9)和旋转开合机构(10),所述的采摘角度调节机构(8)最上端是固定连接四自由度机械臂末端的圆形平台(8d),圆形平台(8d)中心下端同轴心固定连接圆柱形导轨(8c)上端,圆柱形导轨(8c)旁侧设有水平的曲柄电机(8f),曲柄电机(8f)输出轴经曲柄(8e)、连杆(8g)铰接圆柱滑块(8b),圆柱滑块(8b)上部是同轴套在圆柱形导轨(8c)外的直径较小的小圆柱体(8b1)、下部是直径较大的大圆柱体(8b2)且内部中间有一个圆柱形的滑块滑槽(8b3);圆柱形导轨(8c)下段中心内部设有旋转电机(81),旋转电机(81)外部套有固定的电机套筒(8m),电机套筒(8m)外部套有能转动的转筒(8j),旋转电机(81)输出轴垂直向下且固定连接一个水平布置的空心圆柱(8k),空心圆柱(8k)的两端面各经弯曲圆柱支撑杆(8h)固定连接转筒(8j)下端;圆柱连接杆(8a)由粗圆柱(8a1)、短圆柱(8a2)和球头长圆柱(8a3)依次连接组成,短圆柱(8a2)有间隙地同轴套在所述的空心圆柱(8k)内部中间,短圆柱(8a2)两端各连接一个球头长圆柱(8a3)内端,球头长圆柱(8a3)的外端带有球头且球头有间隙地伸在滑块滑槽(8b3)内部,粗圆柱(8a1)位于所述的圆柱滑块(8b)外部下方;所述的切割及去茎机构(9)最上端与所述的粗圆柱(8a1)固定连接的圆柱形的连接盖(9d),连接盖(9d)的下方有圆盘形的固定板(9b),导向空心圆柱(9a)连接于固定板(9b)下表面中心,齿条(9c)上端固定连接连接盖(9d)中心下端、下端向下伸出导向空心圆柱(9a)的中心通孔外,固定板(9b)上表面固定设有齿轮齿条电机(9e),齿轮齿条电机(9e)的输出轴上套有与齿条(9c)相啮合的齿轮(9f);齿条(9c)下端侧壁上按圆周方向均匀固定装有六个切割刀片(9j),每个切割刀片(9j)两侧各固定装有一个压板(9h),切割刀片(9j)的下端面低于压板(9h)的下端面;齿条(9c)的下端面中心处固定连接垂直的切割电机(9g),切割电机(9g)的输出轴向下固定连接圆柱形的锯齿形刀片(9i),锯齿形刀片(9i)在切割刀片(9j)和压板(9h)的下方;所述的旋转开合机构(10)包括一个圆环形的底板(10a),底板(10a)上端面边缘处经圆柱连杆(10a1)固定连接所述的固定板(9b),底板(10a)中间沿圆周方向均匀布置六个收集盒(10c),每个收集盒(10c)都滑动连接上方的一个长方形滑槽(10d)且滑动连接下方的转板(10b);转板(10b)上表面中间设有正六边形滑槽(10b1)、边缘沿径向向外伸出一个拨杆(10b2),底板(10a)内侧壁上沿径向开有一圈圆环形的底板滑槽(10a3),底板(10a)外侧壁上沿径向开有一个弧形的底板开口(10a2),底板开口(10a2)和底板滑槽(10a3)相通,转板(10b)的外缘有间隙地套在所述的底板滑槽(10a3)中,拨杆(10b2)从所述的底板开口(10a2)中伸出;每个收集盒(10c)都由薄壁型盒子(10c4)和底面矩形板(10c2)组成,薄壁型盒子(10c4)的外侧面是长方形平面,内侧面是圆弧面,六个薄壁型盒子(10c4)的内侧圆弧面围成一个之间留有间隙的圆柱面,底面矩形板(10c2)由薄壁收集盒(10c4)的外侧底部沿直径方向向外伸出,底面矩形板(10c2)上表面外边缘中心处设有一个向上突出与所述的长方形滑槽(10d)滑动连接的圆形凸台(10c3)、下表面靠近外边缘的边角处设向下突出的与所述的正六边形滑槽(10b1)滑动连接的正方形凸台(10c1);底板(10a)的下方固定连接滚珠丝杠电机(10e)和丝杠支座(10h),丝杠(10g)一端与滚珠丝杠电机(10e)同轴相连、另一端通过轴承连接丝杠支座(10h),丝杠(10g)上套有丝杠螺母(10f),丝杠螺母(10f)经底座连杆(10i)铰接所述的拨杆(10b2)。

2. 根据权利要求1所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置,其特征是:四自

由度机械臂由依次连接的立柱(1)、底座(2)、大臂(5)、小臂(6)、手腕(7)组成,立柱(1)和手腕(7)均上下垂直布置,手腕(7)的下端连接采摘角度调节机构(8);底座(2)上端固定连接摄像头支柱(3),摄像头支柱(3)上端固定设有全景高清摄像头(4)。

3.根据权利要求1所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置,其特征是:所述的圆柱形导轨(8c)下段中心处开有圆柱形凹槽,旋转电机(81)的壳体和电机套筒8m均固定连接该圆柱形凹槽的槽底,电机套筒(8m)和转筒(8j)的轴向长度与圆柱形凹槽的轴向深度相同,圆柱形导轨(8c)的下端上固定连接固定挡环(8i)。

4.根据权利要求1所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置,其特征是:锯齿形刀片(9i)的外径与荷叶中心的外径相匹配。

5.根据权利要求1所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置,其特征是:所述的长方形滑槽(10d)与直径方向形成夹角。

6.一种如权利要求1所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置的采摘方法,其特征包括以下步骤:

步骤A:曲柄电机(8f)启动,带动圆柱形导轨(8d)、球头长圆柱(8a3)的球头这端向上运动,短圆柱(8a2)在空心圆柱(8i)内转动,带动切割及去茎机构(9)、旋转开合机构(10)与水平面偏转一个与荷叶边缘面和水平面的偏转角度相同的角度;

步骤B:旋转电机(81)启动,带动圆柱连接杆(8a)转动,直至切割及去茎机构(9)和旋转开合机构(10)与荷叶边缘面平行;

步骤C:滚珠丝杠电机(10e)启动,拨动拨杆(10b2)带动转板(10b)转动,六个收集盒(10c)同时旋转打开一个大于荷叶边缘面的开口,四自由度机械臂动作,使荷叶位于收集盒(10c)上表面;

步骤D:齿轮齿条电机(9e)、切割电机(9g)同时启动,齿条(9c)向下运动,锯齿形刀片(9i)对荷叶中心钻孔去茎,切割刀片(9j)将荷叶切割成六片,齿条(9c)继续向下运动,压板(9h)将切成片的荷叶压入到下方的收集盒(10c)中,完成采摘。

7.根据权利要求6所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置的采摘方法,其特征:采用全景高清摄像头(4)将四自由度机械臂的旋转活动范围在水平面的投影分成六个扇形区域,从第一区域开始,全景高清摄像头(4)识别该区域中的荷叶与荷叶茎连接的中心位置和荷叶边缘面与水平面的偏转角度,按荷叶与荷叶茎中心位置从高到底完成采摘。

8.根据权利要求7所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置的采摘方法,其特征:在识别出荷叶与荷叶茎的中心位置后,四自由度机械臂工作将旋转开合机构(10)移动到荷叶上方且使底板(10a)的中心与荷叶中心位置的连线垂直于水平面。

9.根据权利要求8所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置的采摘方法,其特征:第一个区域的荷叶采摘完之后,四自由度机械臂旋转,转到第二个区域进行采摘。

基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置及其采摘方法

技术领域

[0001] 本发明涉及荷叶采摘装置,具体说是一种基于四自由度机械臂的集多种功能于一体的荷叶采摘装置及其采摘方法。

背景技术

[0002] 荷叶为睡莲科植物莲的叶,叶多呈圆形,直径可达20~50cm,边缘呈波纹状,微有清香气,味微苦。荷叶具有减肥降脂、抗氧化、抗惊厥、清热解暑、祛瘀止血等作用,对多种病症都有一定的功效,因此需采摘下来进行后续加工。当前荷叶采摘的方式大部分还是人工采摘,采摘下来的荷叶还需要经后续的去茎、切割等加工环节,效率极低,而且人工采摘时间大多为夏季炎热时分,采摘环境非常恶劣。中国专利申请号为201810049635.9、名称为“一种农业生产用多功能荷叶加工船”的文献公开了一种采摘荷叶的加工船,模仿收割机的基本原理对荷叶进行采摘,但忽略了荷叶与稻谷等农作物的不同:稻谷等农作物长势比较平均,同一块田里的农作物的高度基本上一致,形状也大多比较笔直,而荷叶则不同,即使是同一块池塘里的荷叶长势也是参差不齐,大小不一,高矮不平,叶茎的形状也大多有所歪斜,这导致荷叶的边缘面也并不水平,所以该荷叶加工船在进行采摘时,会漏掉一些长势比较矮小的荷叶,而对于长势比较高的荷叶则会采下较长的叶茎,影响后续加工,而且对于荷叶边缘面并不水平的荷叶来说采摘的时候荷叶与采摘齿会发生干涉,实际采摘起来极为不便。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决现有荷叶采摘过程存在的上述问题,提出一种基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置及其采摘方法,集采摘、去茎、切割、收集于一体,对参差不齐的荷叶采摘全面不会遗漏,尤其对叶茎的去除非常彻底,可避免二次去茎,功能多样,自动化程度高,采摘效率高。

[0004] 为实现上述目的,本发明基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置采用的技术方案是:包括四自由度机械臂,四自由度机械臂末端从上到下依次连接采摘角度调节机构、切割及去茎机构和旋转开合机构,所述的采摘角度调节机构最上端是固定连接四自由度机械臂末端的圆形平台,圆形平台中心下端同轴心固定连接圆柱形导轨上端,圆柱形导轨旁侧设有水平的曲柄电机,曲柄电机输出轴经曲柄、连杆铰接圆柱滑块,圆柱滑块上部是同轴套在圆柱形导轨外的直径较小的小圆柱体,下部是直径较大的大圆柱体且内部中间有一个圆柱形的滑块滑槽;圆柱形导轨下段中心内部设有旋转电机,旋转电机外部套有固定的电机套筒,电机套筒外部套有能转动的转筒,旋转电机输出轴垂直向下且固定连接一个水平布置的空心圆柱,空心圆柱的两端面各经弯曲圆柱支撑杆固定连接转筒下端面;圆柱连接杆由粗圆柱、短圆柱和球头长圆柱依次连接组成,短圆柱有间隙地同轴套在所述的空心圆柱内部中间,短圆柱两端各连接一个球头长圆柱的内端,球头长圆柱的外端带有球头且球头有间隙地伸在滑块滑槽内部,粗圆柱位于所述的圆柱滑块外部下方;所述的切割及去茎

机构最上端与所述的粗圆柱固定连接的圆柱形的连接盖,连接盖的下方有圆盘形的固定板,导向空心圆柱连接于固定板下表面中心,齿条上端固定连接连接盖中心下端、下端向下伸出导向空心圆柱的中心通孔外,固定板9b表面固定设有齿轮齿条电机,齿轮齿条电机的输出轴上套有与齿条相啮合的齿轮;齿条下端侧壁上按圆周方向均匀固定装有六个切割刀片,每个切割刀片的两侧各固定装有一个压板,切割刀片的下端面低于压板的下端面;齿条的下端面中心处固定连接垂直的切割电机,切割电机的输出轴向下固定连接圆柱形的锯齿形刀片,锯齿形刀片在切割刀片和压板的下方;所述的旋转开合机构包括一个圆环形的底板,底板上端面边缘处经圆柱连杆固定连接所述的固定板,底板中间沿圆周方向均匀布置六个收集盒,每个收集盒都滑动连接上方的一个长方形滑槽且滑动连接下方的转板;转板上表面中间设有正六边形滑槽、边缘沿径向向外伸出一个拨杆,底板内侧壁上沿径向开有一圈圆环形的底板滑槽,底板外侧壁上沿径向开有一个弧形的底板开口,底板开口和底板滑槽相通,转板的外缘有间隙地套在所述的底板滑槽中,拨杆从所述的底板开口中伸出;每个收集盒都由薄壁型盒子和底面矩形板组成,薄壁型盒子的外侧面是长方形平面,内侧面是圆弧面,六个薄壁型盒子的内侧圆弧面围成一个之间留有间隙的圆柱面,底面矩形板由薄壁收集盒的外侧底部沿直径方向向外伸出,底面矩形板上表面外边缘中心处设有一个向上突出与所述的长方形滑槽滑动连接的圆形凸台、下表面靠近外边缘的边角处设向下突出的与所述的正六边形滑槽滑动连接的正方形凸台;底板的下方固定连接滚珠丝杠电机和丝杠支座,丝杠一端与滚珠丝杠电机同轴相连,另一端通过轴承连接丝杠支座,丝杠上套有丝杠螺母,丝杠螺母经底座连杆较接所述的拨杆。

[0005] 所述的基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置的采摘方法的技术方案是包括以下步骤:

[0006] 步骤A:曲柄电机启动,带动圆柱形导轨、球头长圆柱的球头这端向上运动,短圆柱在空心圆柱内转动,带动切割及去茎机构、旋转开合机构与水平面偏转一个与荷叶边缘面和水平面的偏转角度相同的角度;

[0007] 步骤B:旋转电机启动,带动圆柱连接杆转动,直至切割及去茎机构和旋转开合机构与荷叶边缘面平行;

[0008] 步骤C:滚珠丝杠电机启动,拨动拨杆带动转板转动,六个收集盒同时旋转打开一个大于荷叶边缘面的开口,四自由度机械臂动作使荷叶位于收集盒上表面;

[0009] 步骤D:齿轮齿条电机、切割电机同时启动,齿条继续向下运动,锯齿形刀片对荷叶中心钻孔去茎,切割刀片将荷叶切割成六片,齿条继续向下运动,压板将切成片的荷叶压入到下方的收集盒,完成采摘。

[0010] 本发明采用上述技术方案后的有益效果是:

[0011] 1、本发明以四自由度机械臂为载体,可以实现对不同高度的荷叶进行采摘,并且机械臂的运动非常迅速灵活。

[0012] 2、本发明通过采摘角度调节机构可以调节整个切割去茎机构、旋转开合机构与水平面之间的偏转角度,使整个多功能荷叶采摘装置可以采摘荷叶边缘面并不水平的荷叶。

[0013] 3、本发明通过切割去茎机构可在荷叶与茎的中心位置挖一个孔,从而使茎与荷叶彻底分离,避免采摘完之后对茎进行二次处理,大大提高了采摘效率,并且齿条末端的切割刀片会将荷叶暂时切成六片,进行粗加工,方便储存和以后对荷叶进行精加工。

[0014] 4、本发明的旋转开合机构可以根据荷叶边缘面的大小调节开合大小,用来采摘不同大小的荷叶,且其中的收集盒可以用来暂时对已经切割好的荷叶进行储存。

[0015] 5、本发明采用全景高清摄像头对荷叶与茎的中心位置、荷叶边缘面进行定位识别,具有很高的自动化程度。

附图说明

[0016] 图1为本发明基于四自由度机械臂多功能荷叶采摘装置的主视图;

[0017] 图2为图1中采摘角度调节机构8、切割及去茎机构9和旋转开合机构10的主视放大图;

[0018] 图3为图2采摘角度调节机构8的主视放大图;

[0019] 图4为图3中圆柱滑块8b的剖视放大图;

[0020] 图5为图3中采摘角度调节机构8的剖视放大图;

[0021] 图6为图5中采摘角度调节机构8的轴测结构放大图;

[0022] 图7为图6中圆柱连接杆8a的轴测结构放大图;

[0023] 图8为图6中采摘角度调节机构8的爆炸示意图;

[0024] 图9为图2中采摘角度调节机构8、切割及去茎机构9和旋转开合机构10的工作状态图;

[0025] 图10为图9中切割及去茎机构9的轴测结构放大图;

[0026] 图11是图10中的局部轴测结构放大图;

[0027] 图12是图9中的旋转开合机构10的轴测结构放大图;

[0028] 图13是图12中的底板10a和圆柱连杆10a1装配结构图;

[0029] 图14是图12中的收集盒10c的轴测结构放大图;

[0030] 图15是图12中的转板10b结构图;

[0031] 图16是图2中旋转转开合机构10的俯视图;

[0032] 图17是图16的旋转开合机构10的仰视图;

[0033] 图18是图16的旋转开合机构10的工作示意图;

[0034] 图19是图2中的切割及去茎机构9和旋转开合机构10工作示意图。

[0035] 图中:1.立柱;2.底座;3.摄像头支柱;4.全景高清摄像头;5.大臂;6.小臂;7.手腕;8.采摘角度调节机构;8a.圆柱连接杆;8a1.粗圆柱;8a2.短圆柱;8a3.球头长圆柱;8b.圆柱滑块;8b1.小圆柱体;8b2.大圆柱体;8b3.滑块滑槽;8c.圆柱形导轨;8d.圆形平台;8e.曲柄;8f.曲柄电机;8g.连杆;8h.弯曲圆柱支撑杆;8i.固定挡环;8j.转筒;8k.空心圆柱;8l.旋转电机;8m.电机套筒;9.切割及去茎机构;9a.导向空心圆柱;9b.固定板;9c.齿条;9d.连接盖;9e.齿轮齿条电机;9f.齿轮;9g.切割电机;9h.压板;9i.锯齿圆形刀片;9j.切割刀片;10.旋转开合机构;10a.底板;10a1.圆柱连杆;10a2.底板开口;10a3.环形滑槽;10b.转板;10b1.正六边形滑槽;10b2.拨杆;10c.收集盒;10c1.正方形凸台;10c2.底面矩形板;10c3.圆形凸台.;10d.长方形滑槽;10e.滚珠丝杠电机;10f.丝杠螺母;10g.丝杠;10h.丝杠支座;10i.底座连杆;11a.荷叶;11b.荷叶茎。

具体实施方式

[0036] 如图1所示,本发明基于四自由度机械臂的多功能荷叶采摘装置由四自由度机械臂、采摘角度调节机构8、切割及去茎机构9和旋转开合机构10组成。其中,四自由度机械臂由立柱1、底座2、大臂5、小臂6、手腕7组成。立柱1上下垂直布置,底座2可旋转地同轴连接立柱1的上端。大臂5的首端旋转连接底座2,大臂5的末端旋转连接小臂6的首端,小臂6的末端旋转连接上下垂直布置的手腕7的上端,手腕7的下端是四自由度机械臂的末端,四自由度机械臂的末端从上到下依次连接有采摘角度调节机构8、切割及去茎机构9和旋转开合机构10。除了立柱1以外,底座2、大臂5、小臂6、手腕7的每个部分均有一个旋转自由度,共有四个自由度,可实现一定范围内的活动。四自由度机械臂可以安装在船上,随船进行采摘。四自由度动作使采摘角度调节机构8、切割及去茎机构9和旋转开合机构10能位于荷叶的上方,并且使旋转开合机构10底面的圆心能对准荷叶与荷叶茎的中心位置,此过程中手腕7始终保持上下竖直。

[0037] 在底座2上端固定安装摄像头支柱3,摄像头支柱3上端固定安装全景高清摄像头4,全景高清摄像头4用于识别定位在四自由度机械臂的工作范围内的各个荷叶和茎连接的中心位置、荷叶边缘面和水平面的偏转角度。

[0038] 如图2所示,采摘角度调节机构8、切割及去茎机构9、旋开合机构10分别位于上中下三个位置。

[0039] 如图3所示的采摘角度调节机构8,其最上端是圆形平台8d,圆形平台8d的中心固定连接于图1中手腕7的下端。圆形平台8d的中心下端同轴心地固定连接圆柱形导轨8c的上端,圆柱形导轨8c外同轴心地套一个圆柱滑块8b,圆柱滑块8b能沿圆柱形导轨8c外表面上上下下滑动。圆柱形导轨8c的旁侧设有一个水平的曲柄电机8f,曲柄电机8f的壳体固定连接在圆形平台8d下端,曲柄电机8f的输出轴与曲柄8e固定连接,连杆8g分别与曲柄8e、圆柱滑块8b铰接。因此,曲柄电机8f工作时,通过曲柄8e、连杆8g来带动圆柱滑块8b沿着圆柱导轨8b上下滑动。

[0040] 再结合图4,圆柱滑块8b由上下两个圆柱连接构成,上部是内径较小的小圆柱体8b1,同轴套在圆柱形导轨8c外,下部是内径较大的大圆柱体8b2,在大圆柱体8b2的内部中间挖空,形成一个圆柱形的滑块滑槽8b3,该滑块滑槽8b3和小圆柱体8b1中心孔相通。

[0041] 如图3、4、5所示,所述的圆柱形导轨8c下段中心处开有圆柱形凹槽,圆柱形凹槽内部设有旋转电机81、电机套筒8m和转筒8j,其中,旋转电机81的壳体固定在圆柱形凹槽的槽底,旋转电机81外部套有电机套筒8m,电机套筒8m固定于圆柱形凹槽的槽底部并且将整个旋转电机81套住,电机套筒8m的外部套有能转动的转筒8j,转筒8j套住电机套筒8m并能够绕其旋转。旋转电机81、转筒8j、电机套筒8m三者同轴心,转筒8j、电机套筒8m和转筒8j的轴向长度与圆柱形导轨8c上的圆柱形凹槽的轴向深度相同,中间的转筒8j与内侧的电机套筒8m和外侧的圆柱形导轨8c的配合方式均为间隙配合。圆柱形导轨8c的下端上固定连接固定挡环8i,对转筒8j作轴向限位。

[0042] 再结合图6和图8所示,旋转电机81的输出轴垂直向下并固定连接一个水平的空心圆柱8k,圆柱滑块8b和空心圆柱8k二者的轴心线相互垂直,空心圆柱8k的两端面各经一个弯曲圆柱支撑杆8h固定连接于转筒8j的下端面,也就空心圆柱8k的两端面经两个弯曲圆柱支撑杆8h和上方的转筒8j固定连接,空心圆柱8k能和转筒8j同时转动。

[0043] 空心圆柱8k的下方是圆柱连接杆8a,空心圆柱8k和圆柱连接杆8a相连接。如图7所示的圆柱连接杆8a的结构,其由粗圆柱8a1、短圆柱8a2和球头长圆柱8a3依次连接组成。最下方是粗圆柱8a1,粗圆柱8a1上方是短圆柱8a2和球头长圆柱8a3,短圆柱8a2轴心线水平,短圆柱8a2和所述的空心圆柱8k的轴心共线,并且,短圆柱8a2有间隙地同轴套在所述的空心圆柱8k内部中间,两者配合方式为间隙配合。粗圆柱8a1上端面连接于短圆柱8a2的两端处,连接处伸在空心圆柱8k的中心孔外部。短圆柱8a2的两端还各连接一个球头长圆柱8a3,两个球头长圆柱8a3结构相同,相互平行。球头长圆柱8a3与短圆柱8a2的连接端是内端,不带球头,外端是自由端,则带有球头,带有球头的外端始终有间隙地伸在所述的圆柱滑块8b的滑块滑槽8b3内部。这样,球头长圆柱8a3就在空心圆柱8k的中心孔两端外侧,粗圆柱8a1在空心圆柱8k的下方,粗圆柱8a1上端悬挂在短圆柱8a2上,整体位于圆柱滑块8b的外部下方,粗圆柱8a1的下端固定连接位于下方的切割及去茎机构9。空心圆柱8k在水平方向的轴向长度要小于圆柱滑块8b中的大圆柱体8b2的内径,使空心圆柱8k容纳在大圆柱体8b2中心通孔中,这样,当圆柱滑块8b上下运动时,空心圆柱8k与圆柱滑块8b不发生干涉。

[0044] 在初始位置时,粗圆柱8a1轴心线上下垂直,和所述的旋转电机81的轴心共线;空心圆柱8k位于滑块滑槽8b3内部,两个球头长圆柱8a3水平布置,整体有间隙地位于滑块滑槽8b3内部;两个球头长圆柱8a3的轴心线与空心圆柱8k、短圆柱8a2的轴心线在同一个水平面上且相互垂直。当曲柄电机8f启动,带动曲柄8e转动,通过连杆8g使圆柱滑块8b沿圆柱形导轨8d向上运动时,就上拉圆柱连接杆8a中的球头长圆柱8a3的球头这端,带动短圆柱8a2在空心圆柱8i内转动,带动粗圆柱8a1的中心轴偏转,这会使固定安装在粗圆柱8a1下端的切割及去茎机构9连带着旋转开合机构10与水平面偏转一个角度,这个角度与荷叶边缘面与水平面的偏转角度相同。接下来当旋转电机81启动时,就带动空心圆柱8k、两个弯曲圆柱支撑杆8h、转筒8j转动,因圆柱连接杆8a中的短圆柱8a2安装在空心圆柱8k中且球头长圆柱8a3上的球头安装在滑块滑槽8b3中,所以整个圆柱连接杆8a也会转动,直至切割及去茎机构9和旋转开合机构10与荷叶边缘面平行,参见图9所示的工作状态。

[0045] 如图10所示的切割及去茎机构9的结构,其最上端是圆柱形的连接盖9d,所述的圆柱连接杆8a中的粗圆柱8a1的下端面则固定连接于该连接盖9d的上端面,连接盖9d和粗圆柱8a1两者的轴心共线。连接盖9d的下方有固定板9b,固定板9b呈圆盘形,与连接盖9d相平行,固定板9b中心有孔,导向空心圆柱9a安装在固定板9b下表面与固定板9b中心孔同轴心,导向空心圆柱9a的中心是通孔。齿条9c的上端固定连接在连接盖9d中心下端面,齿条9c下端向下伸出导向空心圆柱9a的中心通孔。在固定板9b上表面固定设有齿轮齿条电机9e,齿轮齿条电机9e的输出轴固定连接齿轮9f,齿轮9f与齿条9c相啮合。齿轮齿条电机9e电机工作时,由齿轮9f带动齿条9c沿导向空心圆柱9a的中心通孔上下移动。

[0046] 结合图11所示,齿条9c的下端向下伸出在导向空心圆柱9a下端外部,伸出在导向空心圆柱9a下端外部的齿条9c下端侧壁上按圆周方向均匀安装有6个切割刀片9j,每个切割刀片9j的两侧各有一个压板9h固定连接在齿条9c下端侧壁上,切割刀片9j和压板9h均沿直径方向安装。齿条9c的下端面中心处固定连接垂直的切割电机9g,切割电机9g的输出轴向下并且固定连接锯齿形刀片9i,锯齿形刀片9i呈圆柱形,其外径的大小设计要与荷叶中心的外径相匹配,其下端是锯齿,可用于在荷叶的中心处钻孔。锯齿形刀片9i在切割刀片9j和压板9h的下方,切割刀片9j的下端面低于压板9h的下端面。当齿轮齿条电机9e工作,带动

齿条9c向下运动时,切割电机9g旋转,带动锯齿形刀片9i旋转,锯齿形刀片9i可以将荷叶中心打孔从而实现彻底去茎的功能,同时,在齿条9c的带动下,切割刀片9j可以将荷叶面切割成六片,当齿条9c继续向下时,压板9h会将荷叶的切片压入其下方的旋转开合机构10中的收集盒10c当中,工作图如图19所示。

[0047] 如图12所示的旋转开合机构10,包括一个圆环形的底板10a、一个圆环形的转板10b、六个收集盒10c、六个长方形滑槽10d。其中,底板10a上端面边缘处沿圆周方向均匀固定连接了六根圆柱连杆10a1,这六根圆柱连杆10a1垂直布置,六根圆柱连杆10a1上端共同连接切割及去茎机构9中的圆盘形的固定板9b,支撑着固定板9b。底板10a的中间沿圆周方向均匀布置了六个收集盒10c,每个收集盒10c都滑动连接上方的一个长方形滑槽10d,长方形滑槽10d与直径方向形成一定角度布置,每个收集盒10c都滑动连接下方的转板10b。

[0048] 如图13所示,底板10a中心处有中心通孔,底板10a的内侧壁上沿径向开有一圈圆环形的底板滑槽10a3,底板滑槽10a3与底板10a的中心通孔相通。底板10a的外侧壁上沿径向开有一个弧形的底板开口10a2,底板开口10a2和底板滑槽10a3相通。

[0049] 如图14所示的收集盒10c,每个收集盒10c都由薄壁型盒子10c4和底面矩形板10c2组成,薄壁型盒子10c4的横截面类似梯形,其外侧面是长方形平面,内侧面是圆弧面。六个薄壁型盒子10c4的内侧圆弧面围成一个圆柱面,圆柱面上的相邻两个薄壁型盒子10c4的内侧圆弧面之间留有间隙,圆柱面的中心与底板10a的中心共线。底面矩形板10c2由薄壁收集盒10c4的外侧底部沿直径方向向外伸出,底面矩形板10c2上表面外边缘中心处设有一个向上突出的圆形凸台10c3,下表面靠近外边缘的边角处设向下突出的正方形凸台10c1。

[0050] 如图15所示的转板10b结构,其中心开有通孔,上表面中间设有正六边形滑槽10b1,正六边形滑槽10b1的中心和转板10b的中心共线,边缘沿径向向外伸出一个拨杆10b2。转板10b的外缘有间隙地套在所述的底板滑槽10a3中,拨杆10b2从开口10a2中伸出。当拨动拨杆10b2时,可使整个转板10b在圆形滑槽10a3内转动。

[0051] 如图13、14、15以及图16所示,每个收集盒10c下方通过其正方形凸台10c1连接对应的一个正六边形滑槽10b1,每个收集盒10c上方通过其圆形凸台10c3连接对应的一个长方形滑槽10d,长方形滑槽10d外端与底板10a固定相连接。底面矩形板10c2的上下厚度恰好可安装在转板10b1和长方形滑槽10d之间,且正方形凸台10c1正好可安装在正六边形滑槽10b1中,能带动收集盒10c沿正六边形滑槽10b1滑动,圆形凸台10c3正好安装在长方形滑槽10d中,能带动收集盒10c沿长方形滑槽10d滑动。底板10a内缘向内伸出六个长方形滑槽10d,每个长方形滑槽10d均滑动连接一个收集盒10c,具体是与收集盒10c上方的圆形凸台10c3滑动连接。

[0052] 再结合图17,底板10a的下方设有滚珠丝杠电机10e、丝杠10g、丝杠螺母10f、丝杠支座10h以及底座连杆10i。滚珠丝杠电机10e、丝杠支座10h都固定安装在底板10a下表面上。丝杠10g一端与滚珠丝杠电机10e同轴相连,另一端通过轴承安装在丝杠支座10h中。丝杠10g上套有丝杠螺母10f,丝杠螺母10f与底座连杆10i的一端较接,底座连杆10i的另一端与从开口10a2中伸出的拨杆10b2较接,底座连杆10i和丝杠10g形成一定的夹角。当滚珠丝杠电机10e启动,带动丝杠螺母10f沿丝杠10g作直线运动,从而通过底座连杆10i来拨动拨杆10b2,既而使整个转板10b在底板滑槽10a3内转动。当转板10b转动时,由于长方形滑槽10d和正六边形滑槽10b1的作用,带动收集盒10c上的圆形凸台10c3和正方形凸台10c1分别

会在长方形滑槽10d和正六边形滑槽10b1中发生相对滑动,实现六个收集盒10c的旋转开合,开合过程如图18所示,六个收集盒10c之间形成一个开口,开口的大小要略大于荷叶边缘面的大小,再配合四自由度机械臂的动作就能使荷叶位于收集盒10c的上表面。收集盒10c共有六个,每个之间均留有一定缝隙,方便切割刀片9j进行切割。六个收集盒10c旋转打开后,一个收集盒10c位于一个压板9h的正下方。

[0053] 参见图1-9以及图19所示,本发明基于四自由度机械臂多功能荷叶采摘装置工作时,首先由全景高清摄像头4将四自由度机械臂在360度的旋转活动范围在水平面的投影划分成六个扇形区域,本发明装置所在的水平面投影区域作为第一区域,逆时针依次叫第二、第三、第四、第五、第六区域。

[0054] 从第一区域开始,全景高清摄像头4识别该区域中的荷叶11a与荷叶茎11b连接的中心位置和荷叶11a边缘面与水平面的偏转角度,按荷叶11a与荷叶茎11b的中心位置从高到底进行采摘。

[0055] 在识别出荷叶11a与荷叶茎11b的中心位置后,四自由度机械臂中的底座2、大臂5、小臂6、手腕7协同工作将旋转开合机构10移动到荷叶11a上方且使底板10a的中心与荷叶11a中心位置的连线垂直于水平面,且手腕7部分必须保持竖直,如图1中。

[0056] 采摘角度调节机构8中的曲柄电机8f启动,带动曲柄8e转动,通过连杆8g使圆柱滑块8b沿圆柱形导轨8d向上运动,从而上拉圆柱连接杆8a中的球头长圆柱8a3的球头,使短圆柱8a2在空心圆柱8i内转动,最终让固定安装在粗圆柱8a1上的切割及去茎机构9、旋转开合机构10与水平面偏转一个角度,如图9中所示,这个角度与荷叶11a边缘面和水平面的偏转角度相同。接下来旋转电机8j启动,带动空心圆柱8k、两个弯曲圆柱支撑杆8h、转筒8j转动,从而使整个圆柱连接杆8a也会转动,直至切割及去茎机构9和旋转开合机构10与荷叶边缘面平行,如图19所示。

[0057] 然后,滚珠丝杠电机10e启动带动丝杠螺母10f直线运动,通过底座连杆10i拨动拨杆10b2,从而使整个转板10b会在底板滑槽10a3内转动,从而使收集盒10c上的圆形凸台10c3和正方形凸台10c1分别在长方形滑槽10d和正六边形滑槽10b1中发生相对滑动。六个收集盒10c同时旋转打开一个开口,直到开口的大小略大于荷叶11a的边缘面,接着四自由度机械臂中的底座2、大臂5、小臂6、手腕7协同动作,使荷叶11a位于收集盒10c上表面,此过程中手腕7保持竖直。

[0058] 齿轮齿条电机9e、切割电机9g同时启动,齿条9c向下运动,锯齿形刀片9i向位于收集盒10c上的荷叶11a中心钻孔,从而实现了彻底去茎的功能,在齿条9c的带动下切割刀片9j将荷叶11a切割成六片,齿条9c继续向下运动,压板9h的切成片的荷叶11a压入到下方的收集盒10c当中,完成采摘。

[0059] 第一个区域的荷叶采摘完之后,四自由度机械臂旋转,转到第二个区域进行采摘。

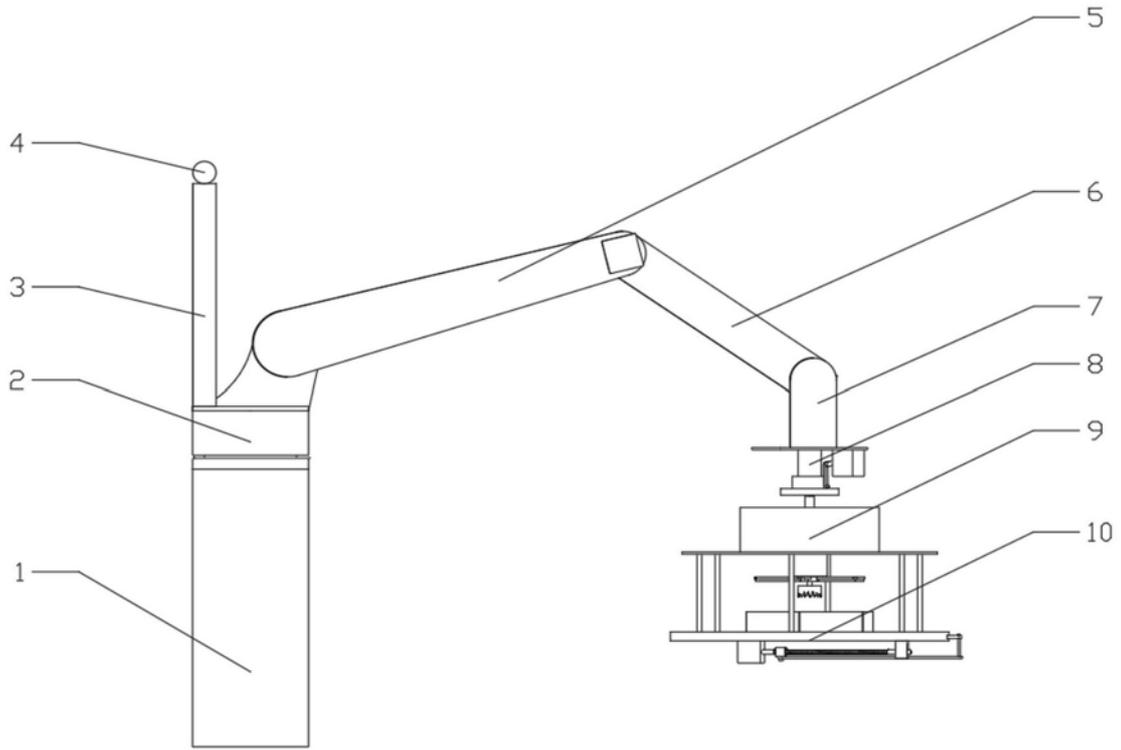


图1

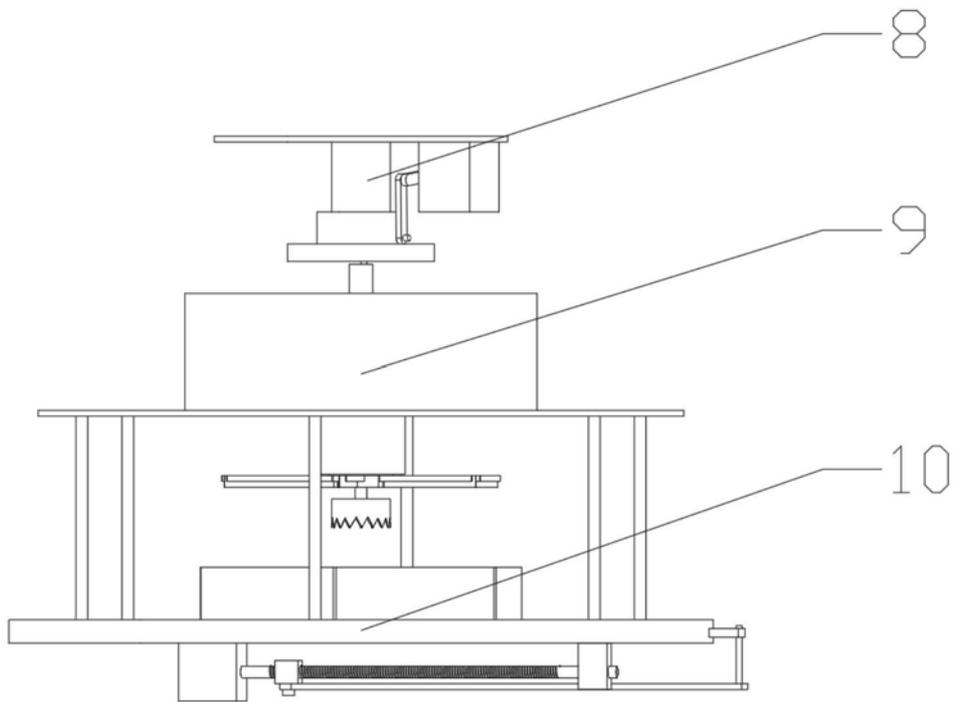


图2

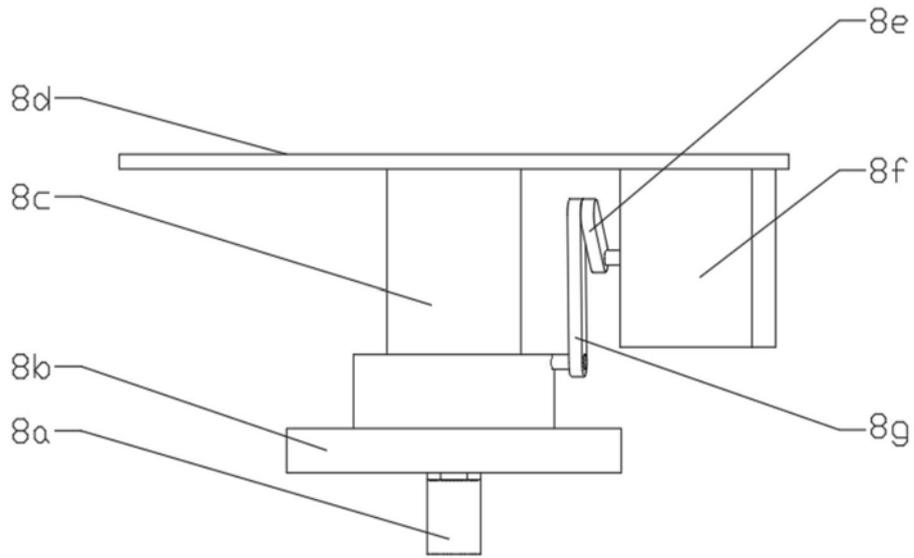


图3

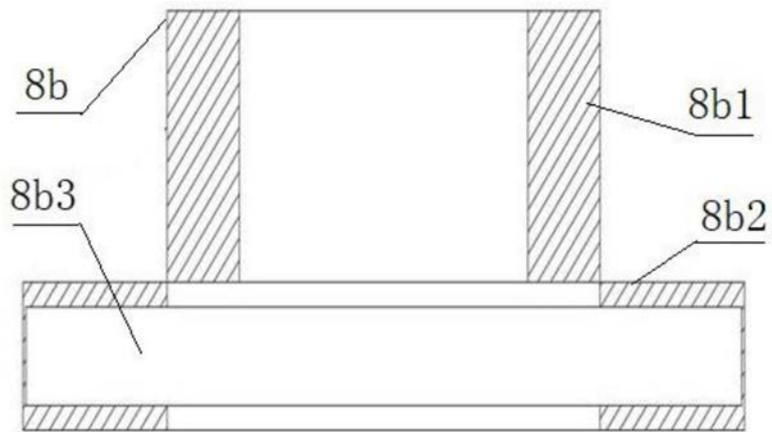


图4

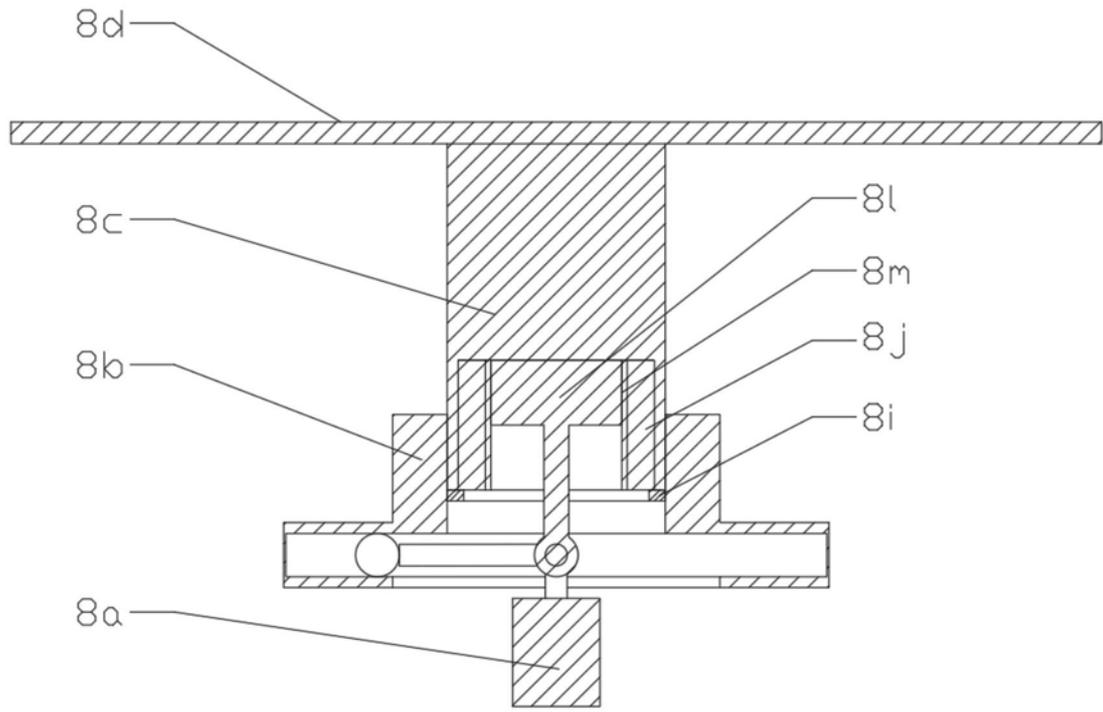


图5

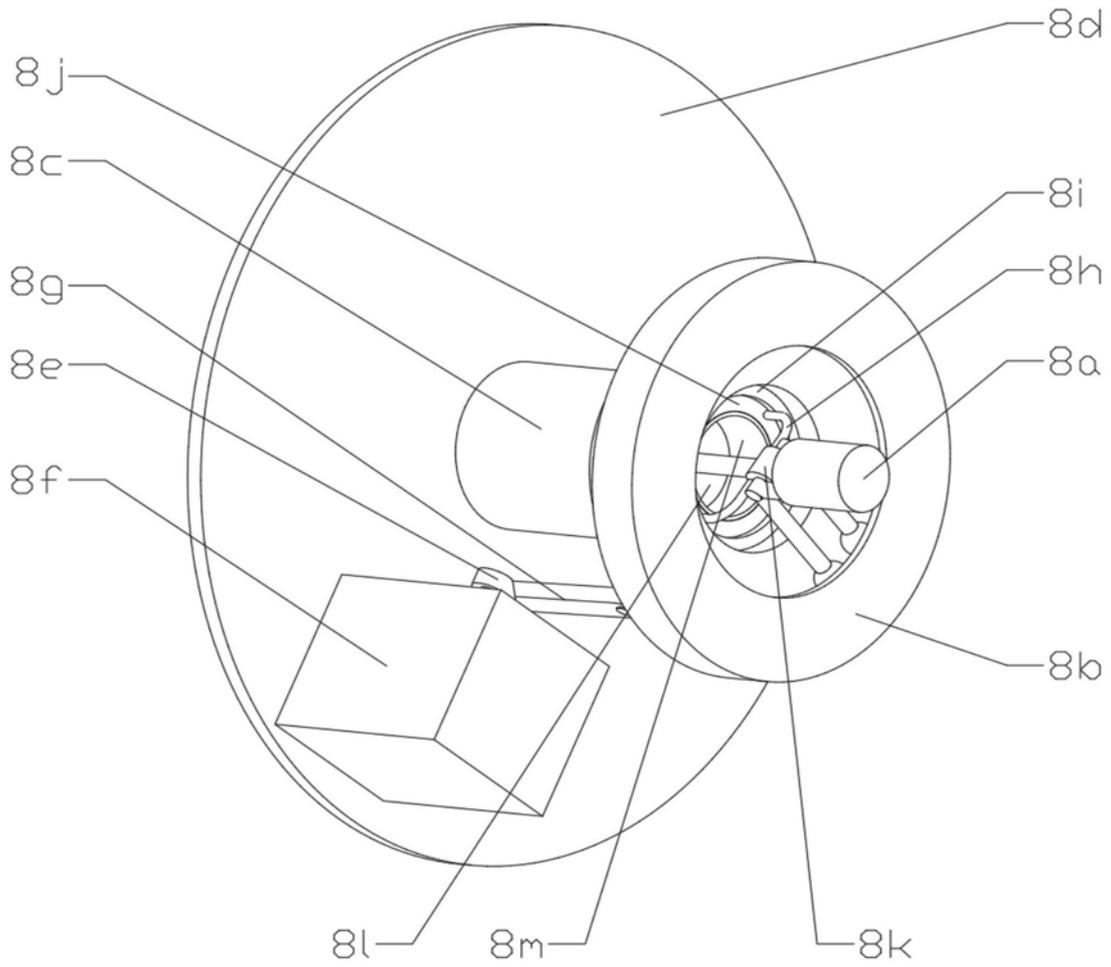


图6

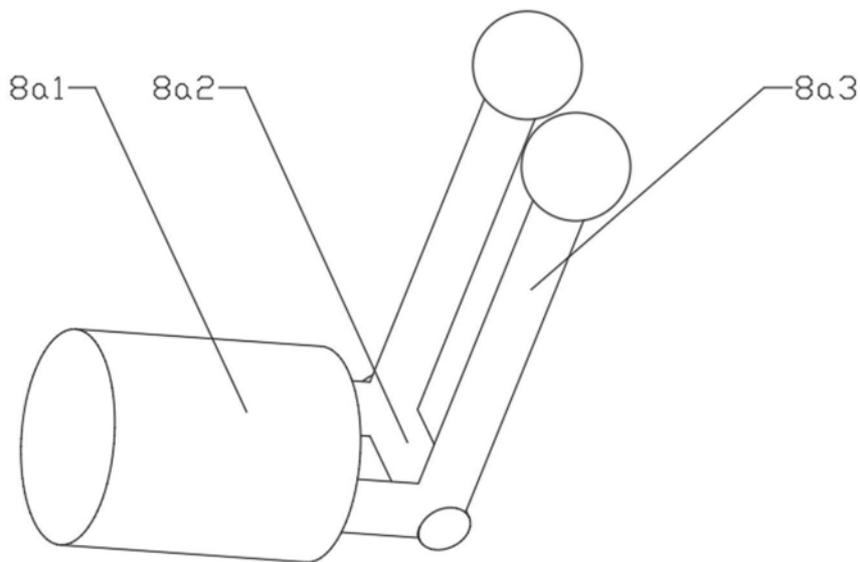


图7

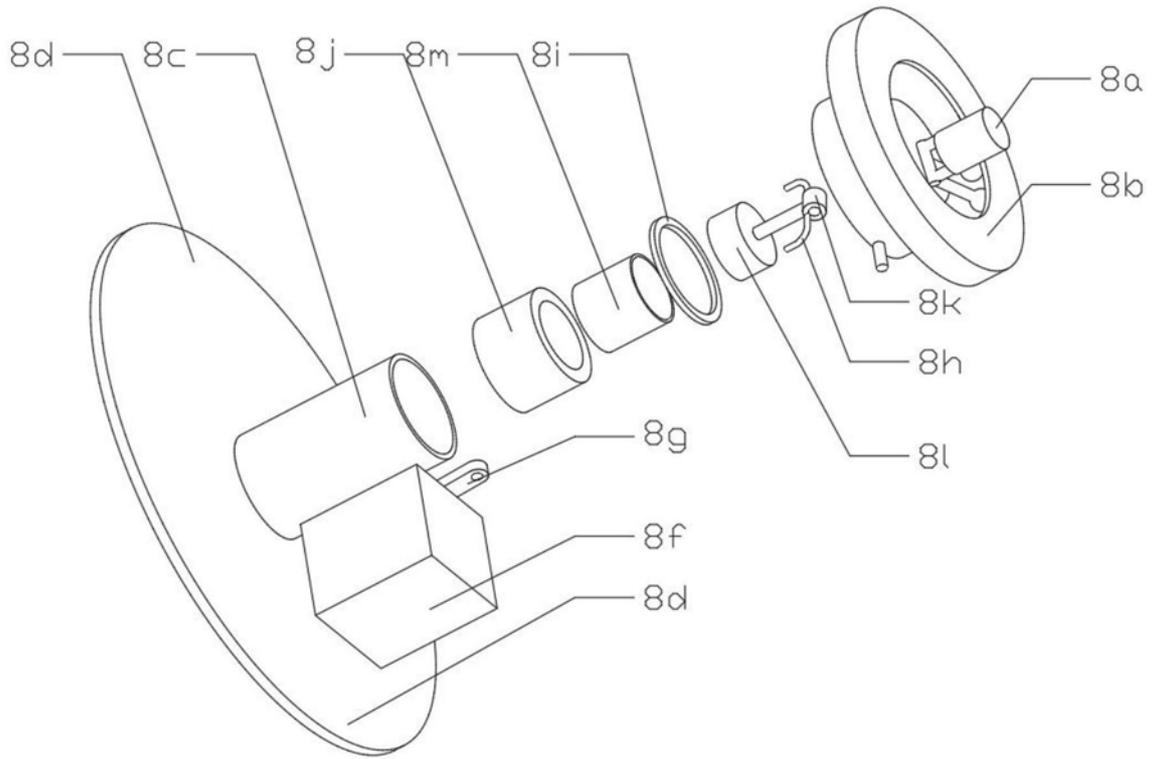


图8

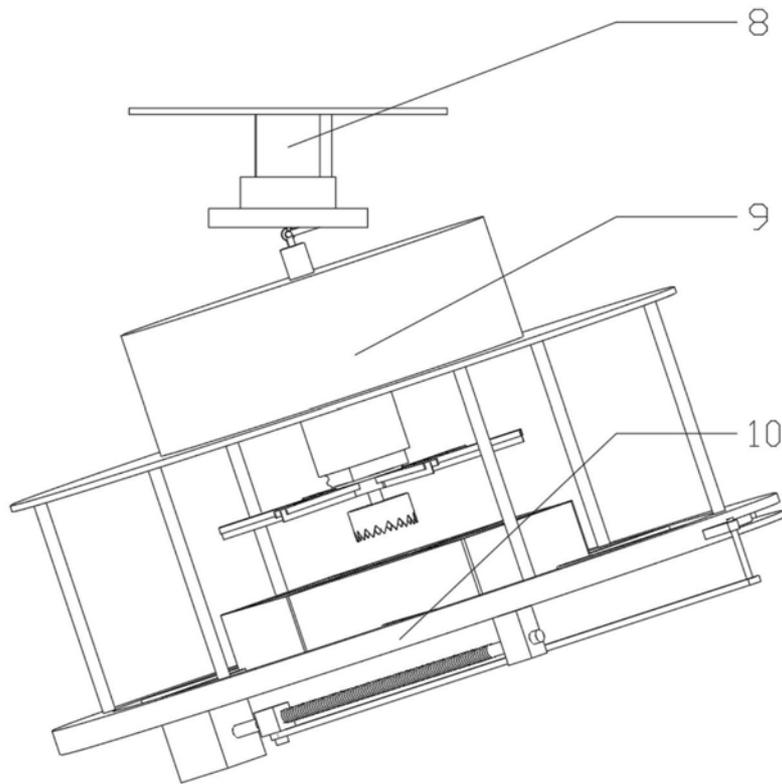


图9

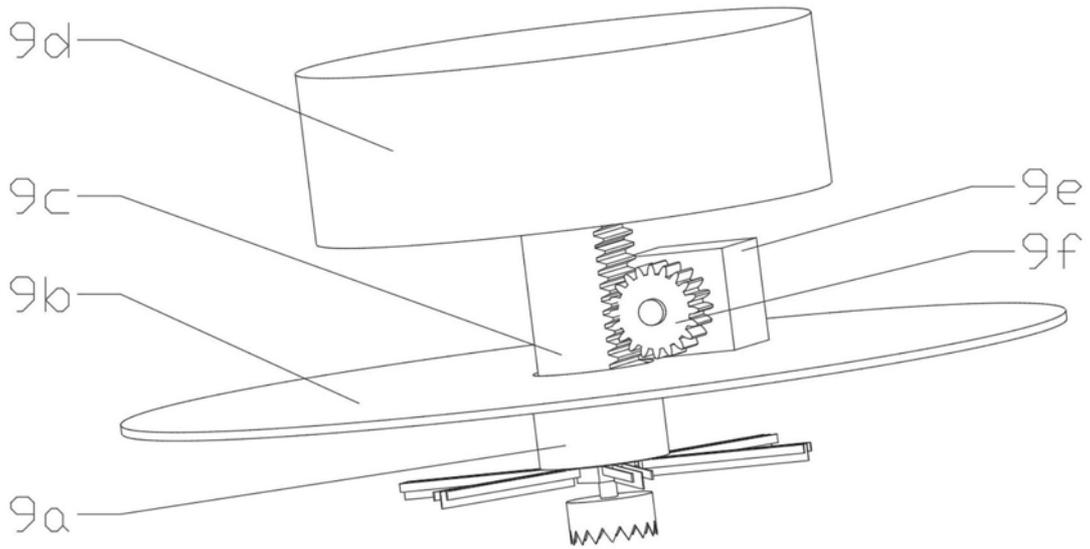


图10

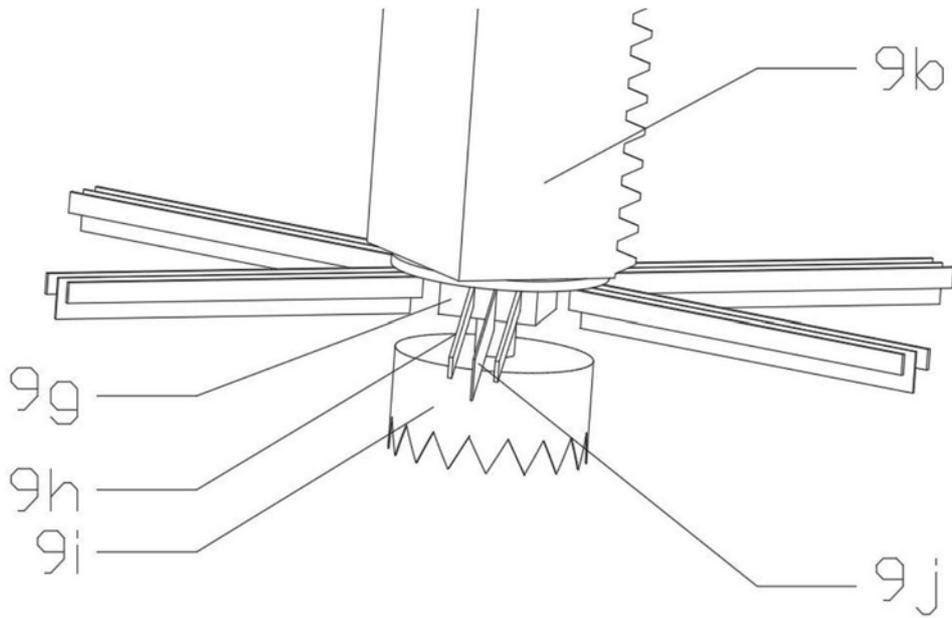


图11

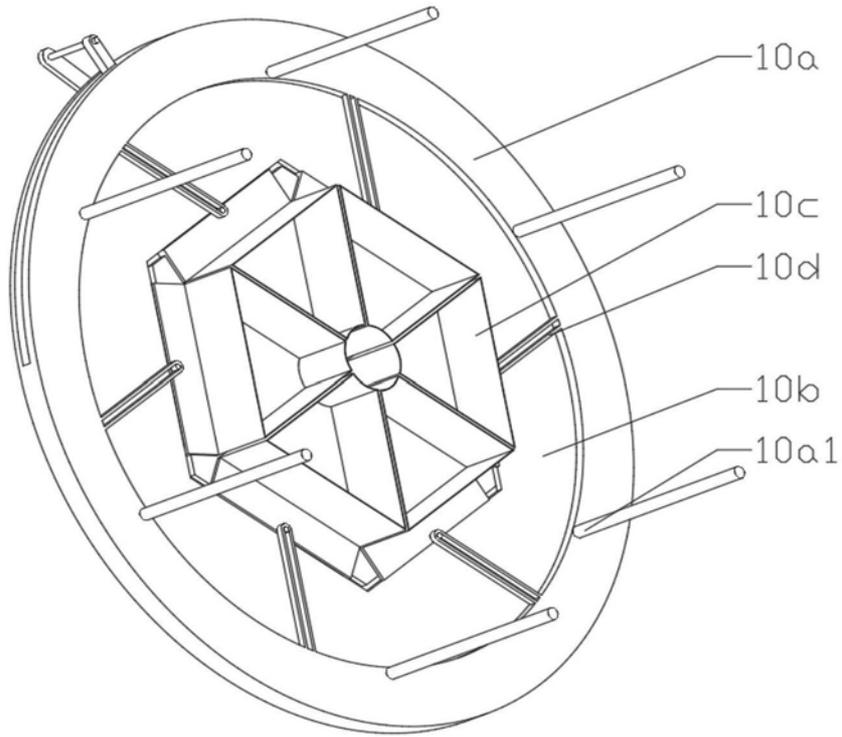


图12

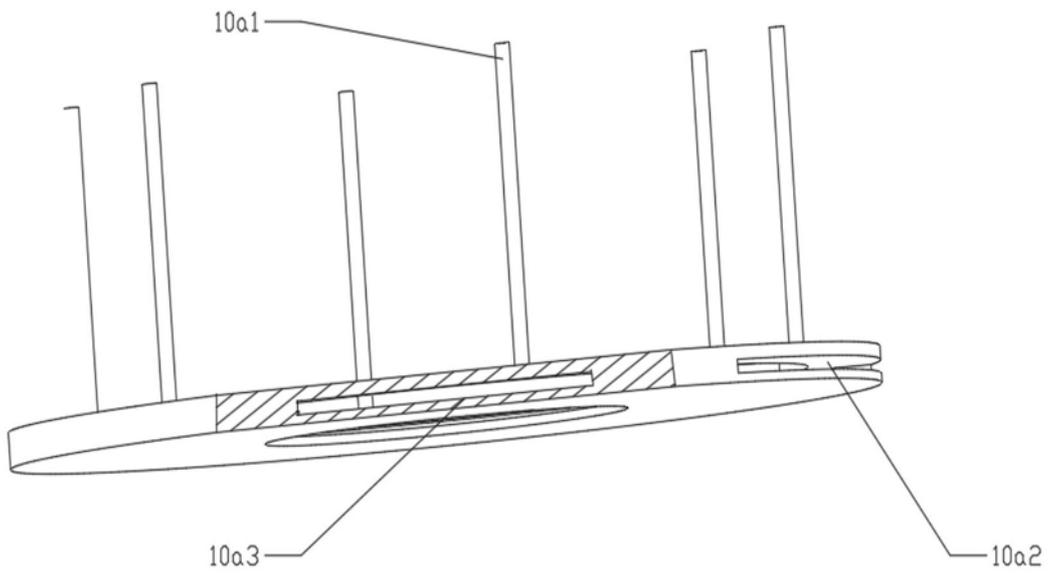


图13

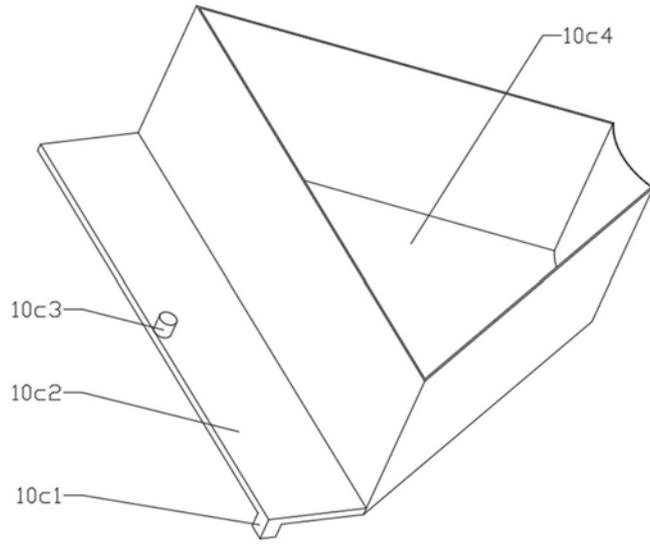


图14

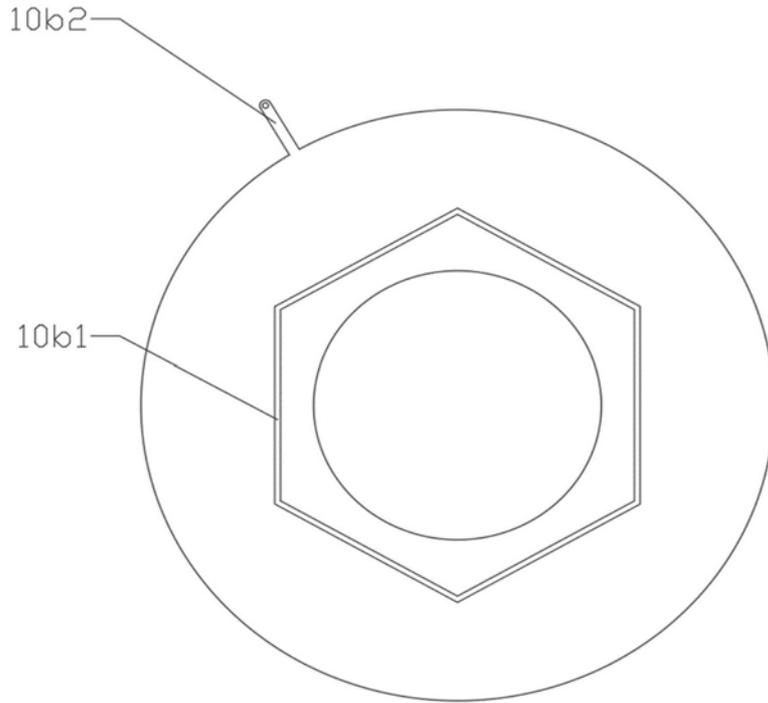


图15

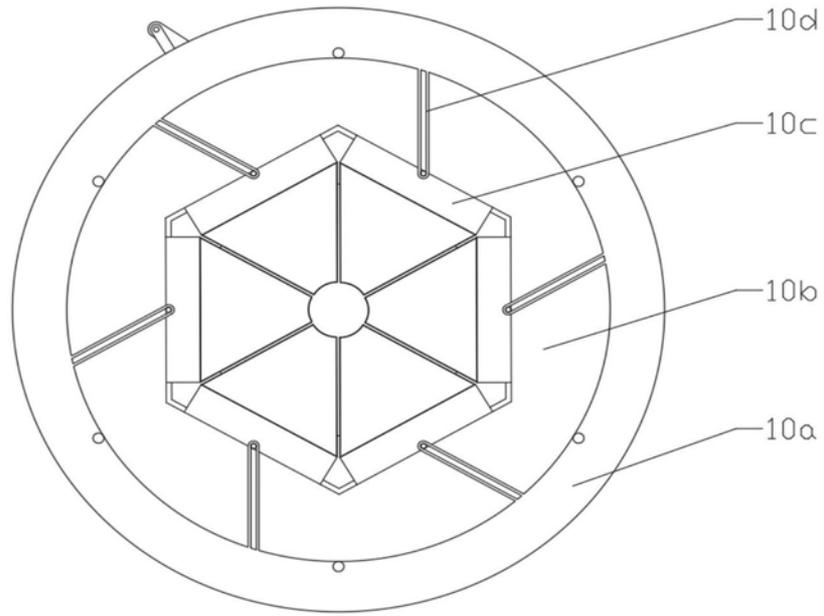


图16

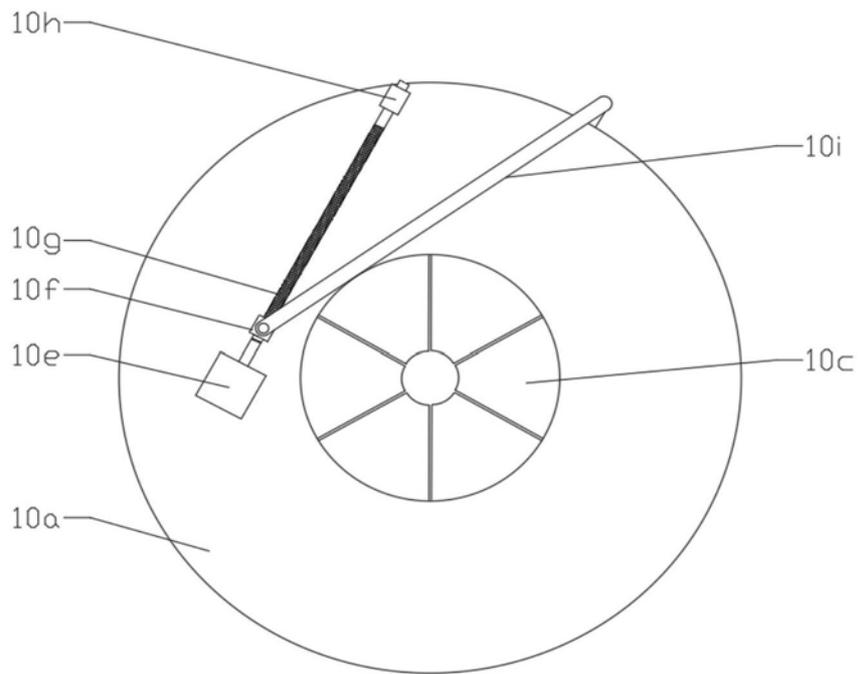


图17

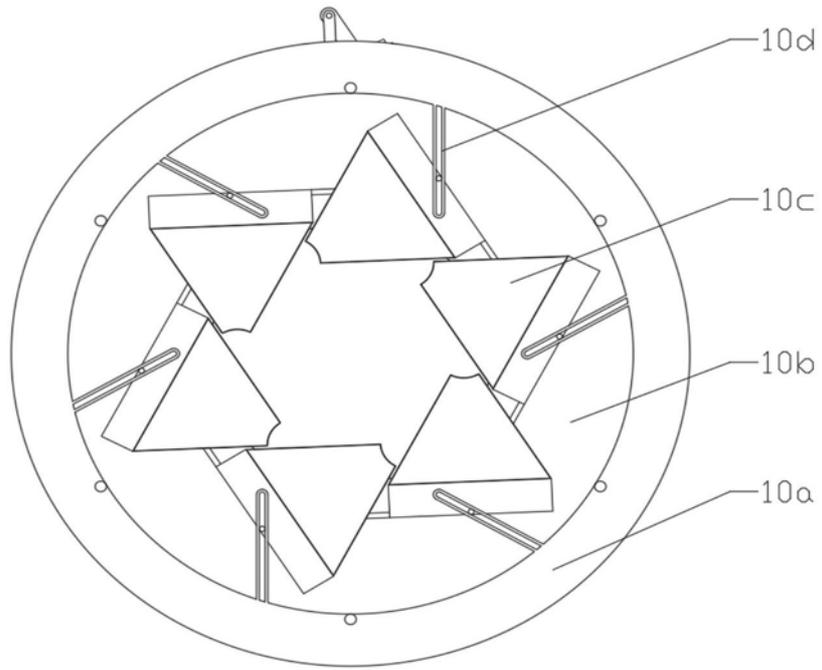


图18

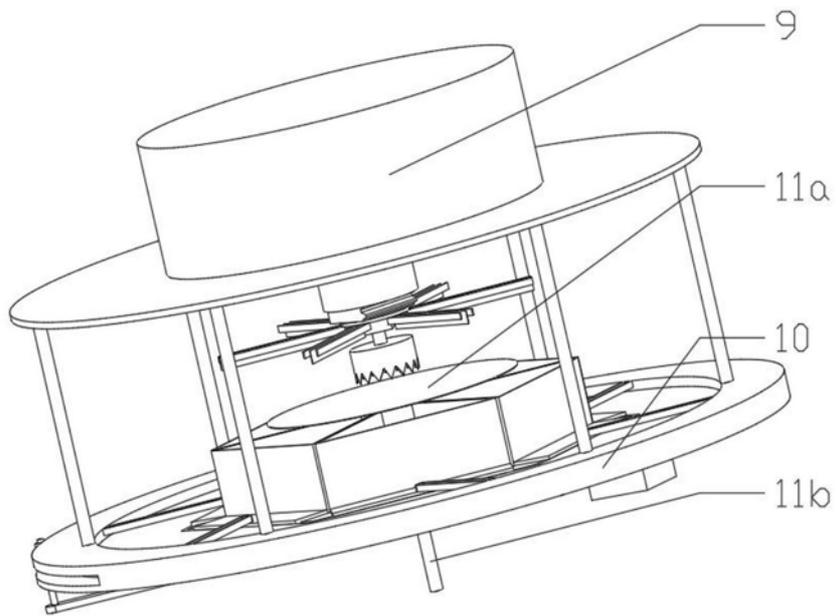


图19