(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103831234 B
(45)授权公告日 2015.12.30

(21)申请号 201410098506.0

(22)申请日 2014.03.17

(73)专利权人 青岛理工大学
地址 266520 山东省青岛市青岛经济技术开发区嘉陵江路777号

(72)发明人 刘明政 李长河 张彦彬 王磊

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 张勇

(51)Int.Cl.
B07B 1/28(2006.01)
B07B 1/46(2006.01)
B07B 1/42(2006.01)

(56)对比文件
CN 203750820 U,2014.08.06, 权利要求1-8.
CN 203044304 U,2013.07.10, 说明书第5段,9段、附图1-2.
CN 201783455 U,2011.04.06, 全文.
CN 202026787 U,2011.11.09, 全文.
JP 特开平7-67584 A,1995.03.14, 全文.

审查员 徐琼霞

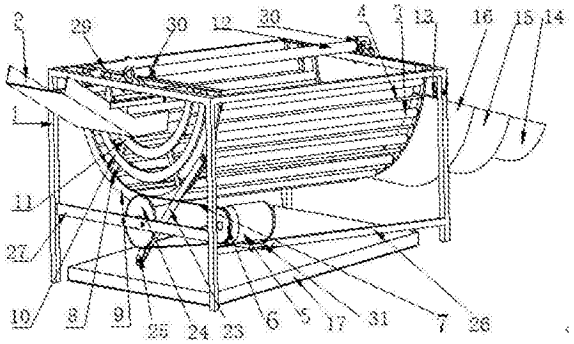
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

摆动笼式核桃分级筛

(57)摘要

本发明涉及一种分级效率和分级精度高、设备占地面积小以及成本低的摆动笼式核桃分级筛,以对核桃进行分级。它包括:支架;在支架上装有摆动笼式分级筛体,其顶部与主轴套装在一起,由安装在支架上的摇摆驱动装置驱动围绕主轴摆动;摆动笼式分级筛体一端为进料端,另一端为出料端;进料端向出料端倾斜;摆动笼式分级筛体由多层筛笼组成,每层筛笼均由笼条组成半圆筒形笼体,最内层筛笼的笼条相邻间距最大,并逐级减少,最外层筛笼的笼条相邻间距最小,核桃的等级通过调整各层筛笼的笼条间距完成筛选;核桃送入摆动笼式分级筛体后在摆动过程中不同大小的核桃会留在相应的等级的筛笼内,并由该级筛笼对应处的固定在支架上的出料装置送出。



CN 103831234 B

1. 一种摆动笼式核桃分级筛，其特征是，它包括：

一个支架；

在支架上安装有摆动笼式分级筛体，摆动笼式分级筛体顶部与主轴套装在一起，并由摇摆驱动装置驱动围绕主轴进行摆动；摇摆驱动装置安装在支架上；

所述摆动笼式分级筛体一端为进料端，另一端为出料端；且由进料端向出料端倾斜；

所述摆动笼式分级筛体由多层筛笼组成，每层筛笼均由笼条组成半圆筒形笼体，其中最内层筛笼的笼条相邻间距最大，并逐级减少，最外层筛笼的笼条相邻间距最小，核桃的等级通过调整各层筛笼的笼条间距完成筛选；

核桃送入摆动笼式分级筛体后在摆动过程中不同大小的核桃会留在相应的等级的筛笼内，并由该级筛笼对应处的固定在支架上的出料装置送出；

所述摆动笼式分级筛体由三层组成，分别为内层筛笼、中层筛笼和外层筛笼；每层筛笼均通过一对半圆固定板将筛条固定连接成筛笼，相邻筛笼间则通过多个连接杆将各半圆固定板连接起来；

所述各级筛笼的筛条中，每隔至少一条筛条后就在该筛条上安装一个可滚动套筒，该套筒套在深沟球轴承上，深沟球轴承套在笼条上，两者过盈配合，深沟球轴承的内瓦里端顶在轴肩上，内瓦外端通过定位套筒进行轴向定位；

所述笼式分级筛体的倾斜角度为与平线夹角 β，$4° \leqslant \beta \leqslant 6°$。

2. 如权利要求 1 所述的摆动笼式核桃分级筛，其特征是，所述摆动笼式分级筛体由三层组成，分别为内层筛笼、中层筛笼和外层筛笼；每层筛笼均通过一对带孔半圆固定板，将各筛条两端制备螺纹并与带孔半圆固定板螺纹连接组成筛笼，相邻筛笼间则通过多个连接杆将各带孔半圆固定板连接起来；内层带孔半圆固定板上相邻圆孔的中心距为 L_1，中层带孔半圆固定板上相邻圆孔的中心距为 L_2，外层带孔半圆固定板上相邻圆孔的中心距为 L_3，$L_1 > L_2 > L_3$。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的摆动笼式核桃分级筛，其特征是，所述各层筛笼的间距相同，均为 s_1，且 $40mm \leqslant s_1 \leqslant 50smm$。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的摆动笼式核桃分级筛，其特征是，所述驱动装置包括安装在支架上的调速电机，它通过皮带轮与安装在支架上的滑轮连接，滑轮设有偏心轴，偏心轴与曲柄摇杆连接，曲柄摇杆末端与最外层筛笼连接，驱动整个摆动笼式分级筛体往复摆动。

5. 如权利要求 4 所述的摆动笼式核桃分级筛，其特征是，所述摆动笼式分级筛体设有一个连接杆，连接杆将各级筛笼顶部连接，同时该连接杆还与主轴套筒连接，主轴两端通过轴承座安装在支架上，主轴穿入主轴套筒内，从而将整个摆动笼式分级筛体悬吊在主轴上。

摆动笼式核桃分级筛

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对不同核桃尺寸分级筛选的装备，尤其涉及一种摆动笼式核桃分级筛。

背景技术

[0002] 核桃由于其丰富的营养价值而深受人们喜欢。随着核桃产业的发展，在目前的规模化生产中，往往需要对核桃进行破壳取仁处理。为实现核桃机械破壳取仁，现有核桃剥壳机采用常用的碾搓、挤压、撞击的破壳方法原理剥壳取仁，这些核桃剥壳机共同特点之一就是在一定的间隙内对核桃进行破壳。而为了提高效率，现在出现的核桃破壳取仁装置需要批量将核桃放入进行破壳取仁。由于核桃形状尺寸不规则，将核桃批量放入，不符合间隙尺寸的核桃往往就得不到有效的破壳——核桃尺寸过大会造成核桃壳过度破碎，核桃仁受到损害；核桃尺寸过小会导致得不到破壳。如果不对核桃的尺寸进行分级，那么就很难保证破壳的精度，因此需要对不同尺寸核桃进行预先的分级筛选，再进行加工。

[0003] 长期以来，我国核桃大小分级普遍采用人工方式。人工分级劳动强度大、费时费工、效率、精度都比较低，无法与机械化和自动化生产线相比，因此有必要提供一种对核桃分级的机械设备。

[0004] 核桃机械大小分级机主要是通过设计出巧妙的机械装置，实现在工作过程中网孔或缝隙的逐渐变化。核桃在这些装置上移动时，最小的核桃先从最小的网孔或缝隙漏出，较大的核桃从较大的网孔或缝隙漏出，由小到大依次筛选出不同尺寸的核桃。

[0005] 经检索，目前机械方式核桃大小分级机主要有 5 种方式，即滚杠式、辊式、滚筒式、带式和挡板式。

[0006] 1. 滚杠式分级机。滚杠式分级机中，所有滚杠相对水平面平行安装，工作过程中滚杠之间的间距由小变大。核桃在滚杠上输送时，当滚杠间距超过核桃直径时核桃便掉进下方相应的分果槽中。滚杠之间实现间距改变的方法主要有 2 种。1) 变间距螺杆法。滚杠卡在两根变间距螺杆之间，由可以活动的连接链连接。滚杠在变间距螺杆的作用下实现滚杠之间间距由小变大，从而实现大小分级。2) 轨道突起法。滚杠两端卡在回形槽里，由带有回形槽的驱动链驱动。滚杠在轨道突起的作用下实现滚杠间相对高度的由小变大，从而实现大小分级。

[0007] 但滚杠式分级机分级效率和分级精度都比较高，但是结构复杂，成本较高，分级尺寸不易调整。

[0008] 2. 辊式大小分级机主要有双辊式核桃分级机。双辊式分级机中双辊与水平面成一定角度倾斜安装，并且双辊之间成一定角度。工作时，双辊逆向旋转。由于双辊间有夹角，双辊之间形成逐渐增加的分级间距，又由于两辊倾斜安装，在重力作用下核桃沿缝滚下，当滚至双辊间间距大于果径之处时，核桃便从两辊间落入分果槽中。

[0009] 但双辊式分级机分级效率较高，核桃损伤小，分级尺寸易调整，但是分级精度不高，核桃在下滚过程中容易堵塞。

[0010] 3. 滚筒式分级机。滚筒式分级机按照分果槽在滚筒内外的不同又分为内分果槽滚筒式分级机和外分果槽滚筒式分级机。这两种滚筒式分级机都具有若干个滚筒单元，每个滚筒单元上均匀布满小孔，同一滚筒单元内的小孔孔径相同，不同滚筒单元间的小孔孔径不同，并且孔径依次增大。

[0011] 内分果槽滚筒式分级机工作时，滚筒匀速滚动，核桃从滚筒上部送入，沿滚筒外表输送。核桃依次经过不同孔径的滚筒单元，从小到大依次分级。

[0012] 外分果槽滚筒式分级机工作时，核桃在滚筒内沿着旋转滚筒的内壁上升，当上升至一定高度后松散落下，核桃穿过筒壁上的小孔落到分果槽中。由于滚筒旋转和核桃重力的作用，核桃依次经过不同孔径的滚筒单元实现大小分级。

[0013] 但滚筒式分级机分级效率高、工作稳定，不存在动力不平衡的现象。但是分级精度不高，分级尺寸不易调整。

[0014] 4. 有孔带式分级机。有孔带式分级机的工作带上均匀布满圆孔，同一工作带上圆孔直径相同，不同工作带间圆孔直径不同，并且孔径依次增大。工作时，核桃在工作带上输送，核桃依次经过不同孔径的工作带实现大小分级。

[0015] 但是分级效率和分级精度都比较低，分级尺寸也不易调整。

[0016] 5. 挡板式分级机。挡板式分级机的圆形工作台中心微有凸起，在工作台上部沿工作台边缘安装一环形挡板。挡板相对工作台倾斜安装，从而形成不同的通过间隙。工作时，核桃随工作台一起旋转，由于离心力的作用核桃总是滚向上作台边缘，不等大小的核桃滚过不等大小的间隙进入不同的分果槽，从而实现大小分级。

[0017] 但是分级效率和分级精度都不高。

发明内容

[0018] 本发明为解决上述问题，提供了一种分级效率和分级精度高、设备占地面积小以及成本低的摆动笼式核桃分级筛，以对核桃进行分级。

[0019] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0020] 一种摆动笼式核桃分级筛，它包括：

[0021] 一个支架；

[0022] 在支架上安装有摆动笼式分级筛体，摆动笼式分级筛体顶部与主轴套装在一起，并由摇摆驱动装置驱动围绕主轴进行摆动；摇摆驱动装置安装在支架上；

[0023] 所述摆动笼式分级筛体一端为进料端，另一端为出料端；且由进料端向出料端倾斜；

[0024] 所述摆动笼式分级筛体由多层筛笼组成，每层筛笼均由笼条组成半圆筒形笼体，其中最内层筛笼的笼条相邻间距最大，并逐级减少，最外层筛笼的笼条相邻间距最小，核桃的等级通过调整各层筛笼的笼条间距完成筛选；

[0025] 核桃送入摆动笼式分级筛体后在摆动过程中不同大小的核桃会留在相应的等级的筛笼内，并由该级筛笼对应处的固定在支架上的出料装置送出。

[0026] 所述摆动笼式分级筛体由三层组成，分别为内层筛笼、中层筛笼和外层筛笼；每层筛笼均通过一对半圆固定板将筛条固定连接成筛笼，相邻筛笼间则通过多个连接杆将各半圆固定板连接起来。

[0027] 所述摆动笼式分级筛体由三层组成，分别为内层筛笼、中层筛笼和外层筛笼；每层筛笼均通过一对带孔半圆固定板，将各筛条两端制备螺纹并与带孔半圆固定板螺纹连接组成筛笼，相邻筛笼间则通过多个连接杆将各带孔半圆固定板连接起来；内层带孔半圆固定板上相邻圆孔的中心距为L_1，中层带孔半圆固定板上相邻圆孔的中心距为L_2，外层带孔半圆固定板上相邻圆孔的中心距为L_3，$L_1 > L_2 > L_3$。

[0028] 所述各层筛笼的间距相同，均为s_1，且$40mm \leqslant s_1 \leqslant 50mm$。

[0029] 所述各级筛笼的筛条中，每隔至少一条筛条后就在该筛条上安装一个可滚动套筒，该套筒套在深沟球轴承上，深沟球轴承套在笼条上，两者过盈配合，深沟球轴承的内瓦里端顶在轴肩上，内瓦外端通过定位套筒进行轴向定位。

[0030] 所述驱动装置包括安装在支架上的调速电机，它通过皮带轮与安装在支架上的滑轮连接，滑轮设有偏心轴，偏心轴与曲柄摇杆连接，曲柄摇杆末端与最外层筛笼连接，驱动整个摆动笼式分级筛体往复摆动。

[0031] 所述摆动笼式分级筛体设有一个连接杆，连接杆将各级筛笼顶部连接，同时该连接杆还与主轴套筒连接，主轴两端通过轴承座安装在支架上，主轴穿入主轴套筒内，从而将整个摆动笼式分级筛体悬吊在主轴上。

[0032] 所述笼式分级筛体的倾斜角度为与平线夹角β，$4° \leqslant \beta \leqslant 6°$。

[0033] 本发明的有益效果是：摆动式分级筛体分为内中外三层，每层的筛条之间的间隙不同，皆根据核桃的尺寸等级设计，内层大于中层，中层大于外层，提高了分级精度；

[0034] 摆动式分级筛体安装在机架上倾斜一定的角度。其中摆动式分级筛体采用曲柄摇杆传动装置，具有急回特性。

[0035] 工作时的摆动，能使核桃充分滚动，进而使核桃充分落入每一层的间隙中，既能避免了核桃聚堆，又能使尺寸符合相应间隙的核桃充分落下，提高分级效率和分级精度。

[0036] 略大于相应间隙的核桃在落入间隙后可能会卡在间隙中，这样会降低分级效率和精度。摆动式分级筛采用了一种笼条与可滚动式套筒相间的形式，可滚动式套筒在受到外力后会滚动，在工作过程中，可把卡在间隙中的核桃推出，使核桃落回相应层中，提高了分级效率和分级精度。

附图说明

[0037] 图 1 是总装轴侧图；

[0038] 图 2a 是主轴连接套筒轴侧图；

[0039] 图 2b 是主轴连接套筒与主轴及与半圆板连接杆装配的示意图；

[0040] 图 3 是各半圆固定板位置关系示意图；

[0041] 图 4a 是内层分级笼局部笼条与可滚动套筒位置关系示意图；

[0042] 图 4b 是中层分级笼局部笼条与可滚动套筒位置关系示意图；

[0043] 图 4c 是外层分级笼局部笼条与可滚动套筒位置关系示意图；

[0044] 图 5 是可滚动套筒和笼条装配轴侧图；

[0045] 图 6 是笼条与固定板装配剖视图；

[0046] 图 7 是轴端螺纹笼条半圆固定板装配示意图；

[0047] 图 8 是外层分级筛的装配轴侧图；

[0048] 图 9 是轴端螺纹笼条与半圆固定板装配剖视图；

[0049] 图 10 是喂料斗与机架的装配轴侧图；

[0050] 图 11 是滑轮与轴承装配剖视图；

[0051] 图 12 是曲柄摇杆的装配轴侧图；

[0052] 图 13a 是摆动筛工作一个周期内位置 a 示意图；

[0053] 图 13b 是摆动筛工作一个周期内位置 b 示意图；

[0054] 图 13c 是摆动筛工作一个周期内位置 c 示意图；

[0055] 图 13d 是摆动筛工作一个周期内位置 d 示意图；

[0056] 图 14 是支架侧视图；

[0057] 其中，1- 支架，2- 喂料斗，3- 可滚动套筒，4- 笼条，5- 调速电机，6- 带轮，7- 传动带，8- 连接杆Ⅰ，9- 外层笼条半圆固定板，10- 中层笼条半圆固定板，11- 内层笼条半圆固定板，12- 主轴，13- 出料斗固定板，14- 内层出料斗，15- 中层出料斗，16- 外层出料斗，17- 接料盘，18- 深沟球轴承，19- 定位套筒，20- 通孔 IV，21- 笼条紧固螺母，22- 垫圈，23- 曲柄摇杆Ⅰ，24- 滑轮，25- 曲柄摇杆Ⅱ，26- 横杆Ⅰ，27- 横杆Ⅱ，28- 轴承，29- 连接杆，30- 主轴连接套筒，31- 固定板，32- 通孔 III，33- 铆钉Ⅰ，34- 铆钉Ⅱ，35- 通孔 II，36- 螺栓，37- 螺母，38- 通孔 I，39- 外层笼条带孔半圆固定板，40- 中层笼条带孔半圆固定板，41- 内层笼条带孔半圆固定板。

具体实施方式：

[0058] 下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明。

[0059] 如图 1 所示，支架 1 前高后低，即进料端高于出料端，整个摆动笼式分级筛体与水平线夹角为 β（4° ≤ β ≤ 6°）。

[0060] 图 1、图 10 中，喂料斗 2 与支架 1 连接将物料送入内层筛笼。

[0061] 各层筛笼均有一个对应的出料斗，其中，内层出料斗 14、中层出料斗 15、外层出料斗 16 焊接在出料斗固定板 13 上，出料斗固定板 13 与支架 1 连接。出料斗固定板 13 的倾斜角度和摆动笼式分级筛体与水平线的夹角 β 保持一致，使内层出料斗 14、中层出料斗 15、外层出料斗 16 倾斜。在支架 1 的底部还设有接料盘 17。

[0062] 如图 1 所示，调速电机 5 通过固定板 31 焊接在支架 1 的横杆Ⅰ 26 上，带轮 6 与调速电机 5 主动轴采用键连接。带轮 6 与滑轮 24 通过传动带 7 连接。

[0063] 图 2a、图 2b 中，主轴 12 两端通过轴承座安装在支架 1 上，主轴连接套筒 30 套在主轴 12 上，在主轴连接套筒 30 上设有一对处于同一直径方向的通孔 II35，在主轴 12 上开有贯穿径向的通孔 III32，通孔 II35 与通孔 III32 通过螺栓 36、螺母 37 固定。主轴连接套筒 30 焊接在连接杆 29 上，从而将整个摆动笼式分级筛体悬吊在主轴 12 上，并能自由转动。

[0064] 图 3 中，摆动笼式分级筛体分为三层，每层均为一个半圆筒形的筛笼，每一层的笼条 4 均焊接在一个相应的外层笼条半圆固定板 9、中层笼条半圆固定板 10、内层笼条半圆固定板 11 上，从而构成半圆筒形的内层筛笼、中层筛笼和外层筛笼。各半圆固定板的宽度相同均为 s_2，s_2= 30mm，外层笼条半圆固定板 9 与中层笼条半圆固定板 10、中层笼条半圆固定板 10 与内层笼条半圆固定板 11 的间距均为 s_1，40mm ≤ s_1 ≤ 50mm。外层笼条半圆固定板 9 与中层笼条半圆固定板 10、中层笼条半圆固定板 10 与内层笼条半圆固定板 11 之间分别

用连接杆 I8 进行焊接连接。外层笼条半圆固定板 9、中层笼条半圆固定板 10、内层笼条半圆固定板 11 整体焊接在连接杆 29 上。在外层笼条半圆固定板 9 上垂直距离连接杆 29 高 h 处钻有通孔 I38，用于与曲柄摇杆 I23 连接。

[0065] 如图 4a、图 4b、图 4c 所示，每层筛笼的笼条 4 间的距离，内层大于中层、中层大于外层，为防止核桃堵塞，以相间方式每隔一个(也可根据需要间隔 2 个或 2 个以上的筛条)笼条就在相应的笼条 4 上安装可滚动套筒 3。其中内层筛笼的笼条 4 与相邻可滚动套筒 3 的间隙为 a，中层筛笼的笼条 4 与相邻可滚动套筒 3 的间隙为 b，外层筛笼的笼条 4 与相邻可滚动套筒 3 的间隙为 c，37mm ≤ a ≤ 39mm、33mm ≤ b ≤ 35mm、29mm ≤ c ≤ 31mm，即 a > b > c。内层筛笼的笼条 4 与带可滚动套筒 3 的笼条的中心距为 L_1，L_1 = R+r+a ；中层筛笼的笼条 4 与带可滚动套筒 3 的中心距为 L_2，L_2 = R+r+b ；外层筛笼的笼条 4 与带可滚动套筒 3 的笼条的中心距为 L_3，L_3 = R+r+c。

[0066] 图 5、图 6 中，带可滚动套筒 3 的笼条两端焊接在外层笼条半圆固定板 9 上，深沟球轴承 18 套在该笼条轴上，两者过盈配合，内瓦里端顶在轴肩上，内瓦外端通过定位套筒 19 进行轴向定位。可滚动套筒 3 套在深沟球轴承 18 上，两者过盈配合。该笼条两端焊接在外层笼条半圆固定板 9 上。其余的连接方式以此类推。

[0067] 此外，笼条 4 的连接方式还可采用如下方式 ：

[0068] 图 7 中，在外层笼条半圆固定板 9、中层笼条半圆固定板 10、内层笼条半圆固定板 11 上钻有半径为 r 的通孔 IV20，从而形成外层笼条半圆带孔固定板 39，中层笼条半圆带孔固定板 40，内层笼条半圆带孔固定板 41。内层笼条半圆带孔固定板 41 相邻两孔的中心距为 L_1，中层笼条半圆带孔固定板 40 相邻两孔的中心距为 L_2，外层笼条半圆带孔固定板 39 相邻两孔的中心距为 L_3。

[0069] 图 8、图 9 中，在笼条 4 端部设置螺纹，并将笼条 4 两端通过笼条紧固螺母 21 以螺纹连接的方式固定在外层笼条半圆带孔固定板 39 上，深沟球轴承 18 套在轴端带螺纹的笼条轴上，两者过盈配合，内瓦里端顶在轴肩上，内瓦外端通过定位套筒 19 进行轴向定位。可滚动套筒 3 套在深沟球轴承 18 上，两者过盈配合。轴端带螺纹的笼条 4 两端通过笼条紧固螺母 21、垫圈 22 以螺纹连接的方式固定在外层笼条半圆带孔固定板 39 上。其余的以此类推。

[0070] 图 11 中，轴承 28 固定在横杆 II 27 上，滑轮 24 轴与轴承 28 内瓦过盈配合。

[0071] 结合图 1、图 12 所示，曲柄摇杆 I 23 与曲柄摇杆 II 25 通过铆钉 II 34 连接，曲柄摇杆 II 25 套在滑轮 24 偏心轴上，铆钉 I 33 穿过通孔 I38 将曲柄摇杆 I 23 与外层笼条半圆固定板 9 连接。

[0072] 如图 13a、图 13b、图 13c、图 13d 所示，滑轮 24 顺时针转动。当滑轮 24 偏心轴位于图 13a 位置时，摆动筛水平 ；当滑轮 24 偏心轴位于图 13b 位置时，摆动筛向右摆动到最大，此时向右最大摆动角为 θ ；当滑轮 24 偏心轴位于图 13c 位置时，摆动筛又摆到水平位置 ；当滑轮 24 偏心轴位于图 13d 位置时，摆动筛向左摆动到最大，此时向左最大摆动角为 θ 。然后又恢复到图 a 状态。

[0073] 本发明的工作过程如下 ：

[0074] 结合图 1 所示，启动电机，使摆动筛工作，然后从喂料斗将物料加入。物料首先从喂料斗进入摆动筛的内层，随着分级筛的不断来回摆动，小于内层分级筛笼条间隙的核桃

会落入中层分级筛中，同时留在内层分级筛内的核桃会向下滑动，直至从滚动筛出料口滑出，沿着内层出料斗到达接箱。落入中层和外层分级筛中的核桃工作原理如上。外层分级筛中的核桃小于外层分级筛笼条间隙的，会直接落入下面的接料盘。

[0075] 本实施例中，采用了一种笼条与可滚动式套筒相间的形式，可滚动式套筒在受到外力后会滚动，在工作过程中，可把卡在间隙中的核桃推出，使核桃落回相应层中。

[0076] 本实施例中，采用了曲柄摇杆传动装置，具有急回特性。工作时分级筛不断来回摆动，当摆动筛左右摆到极限位置再返回时，具有急回特性，能使核桃充分滚动，充分落入每一层的间隙中，既能避免了核桃聚堆，又能使尺寸符合相应间隙的核桃充分落下。

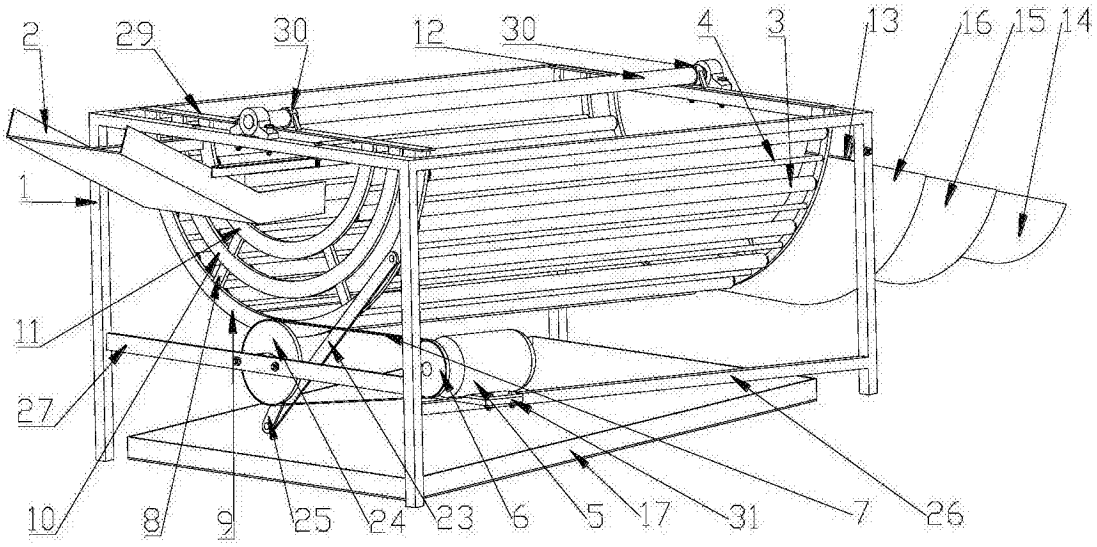


图 1

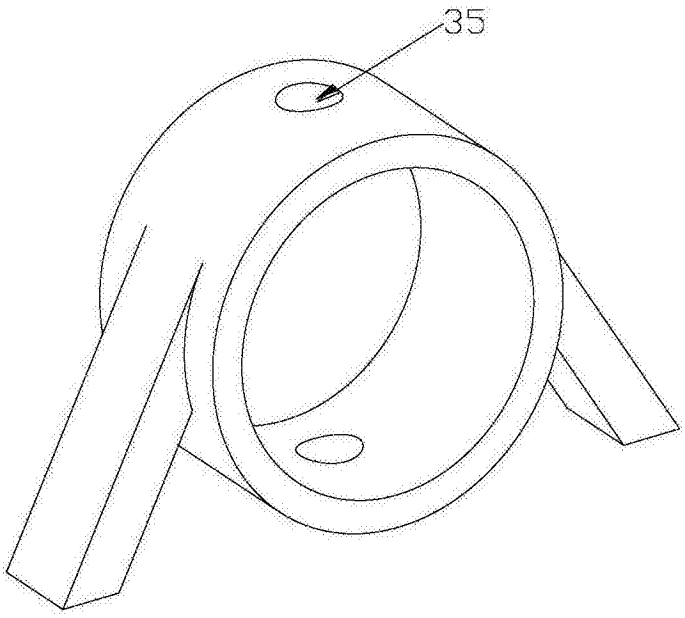


图 2a

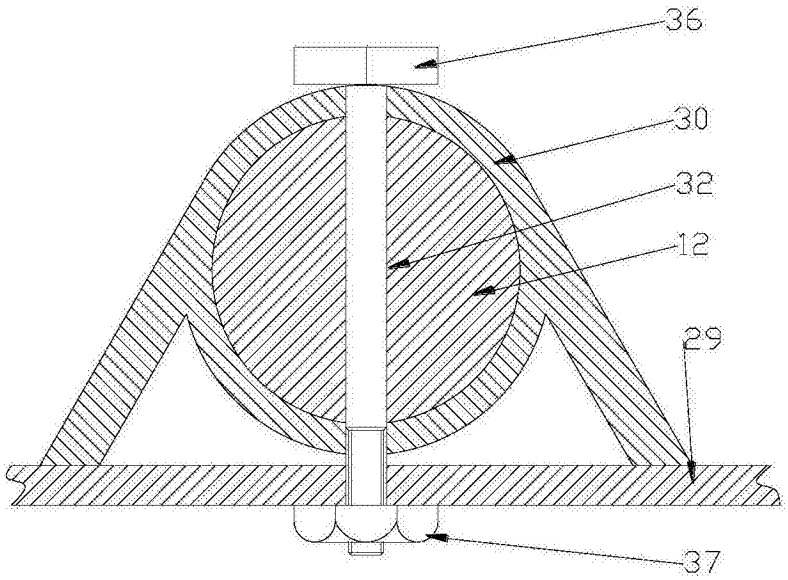


图 2b

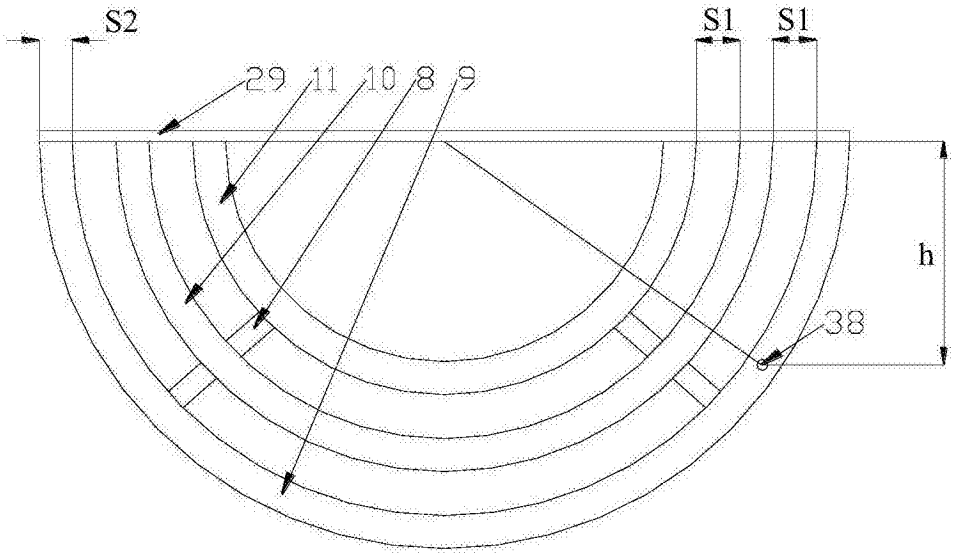


图 3

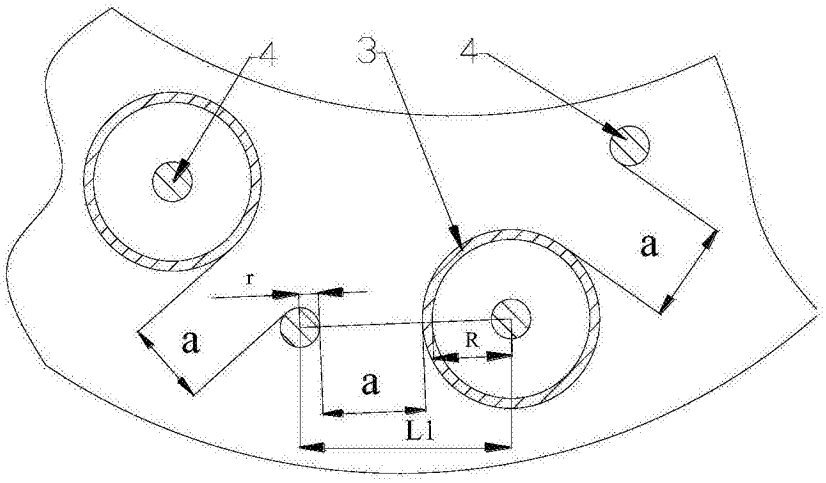


图 4a

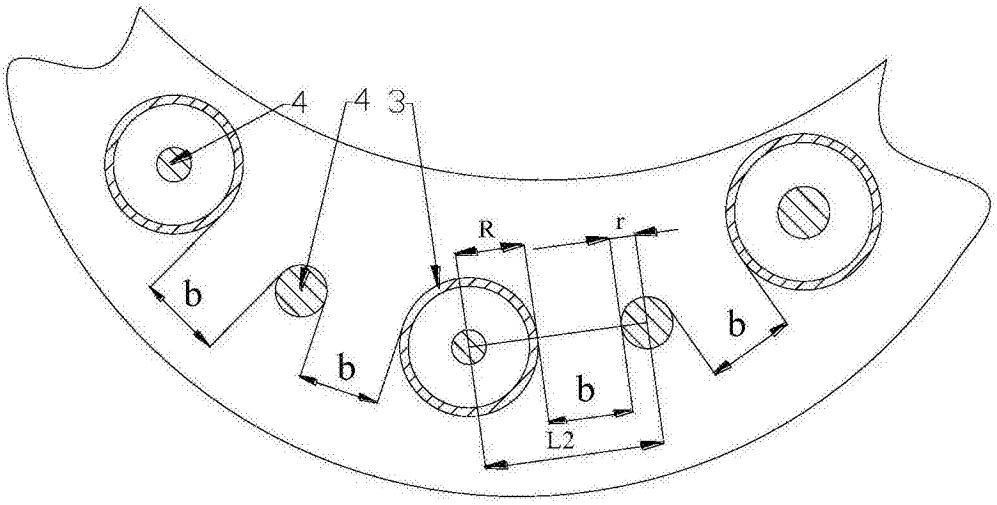


图 4b

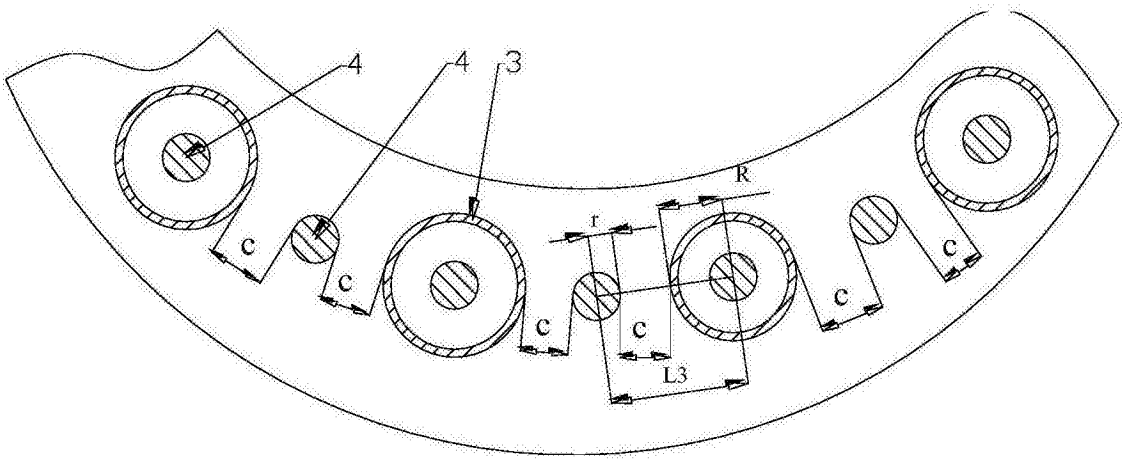


图 4c

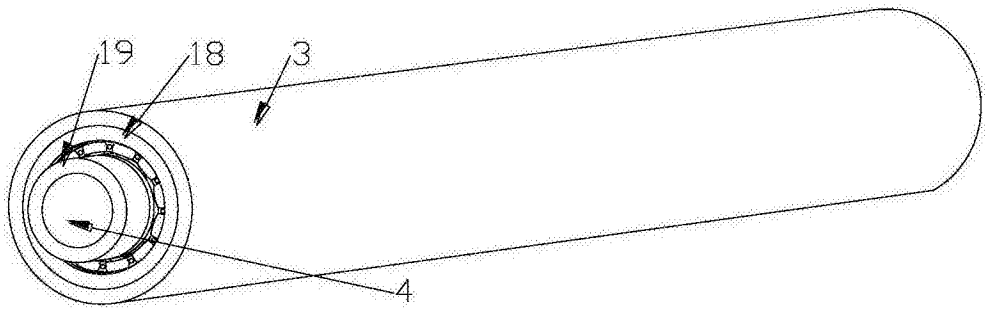


图 5

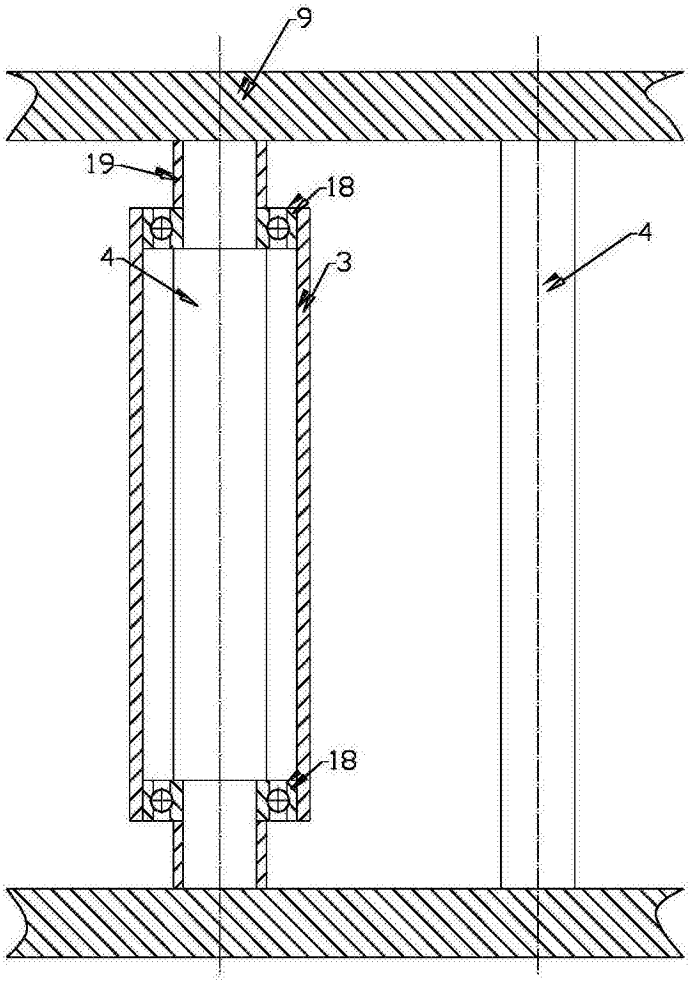


图 6

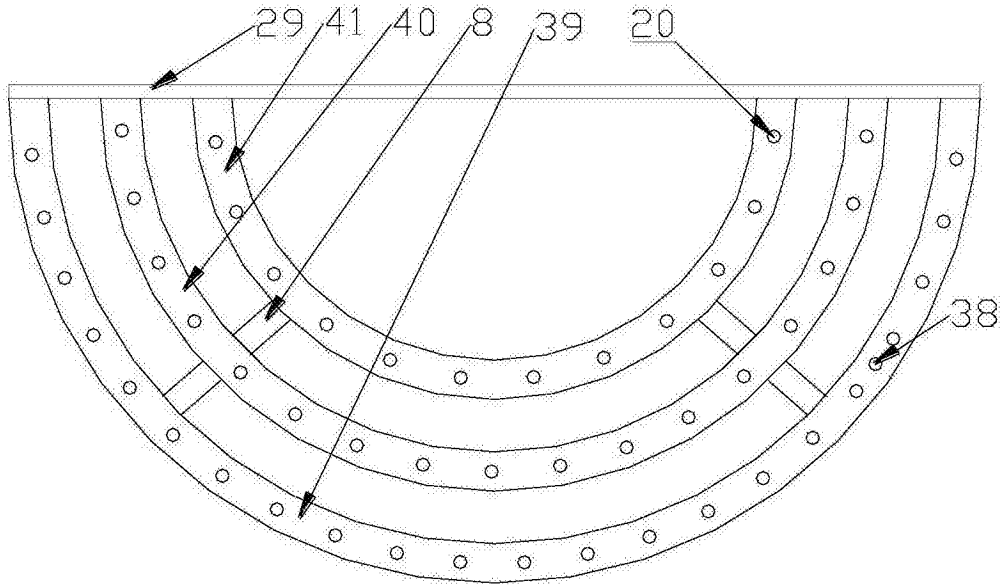


图 7

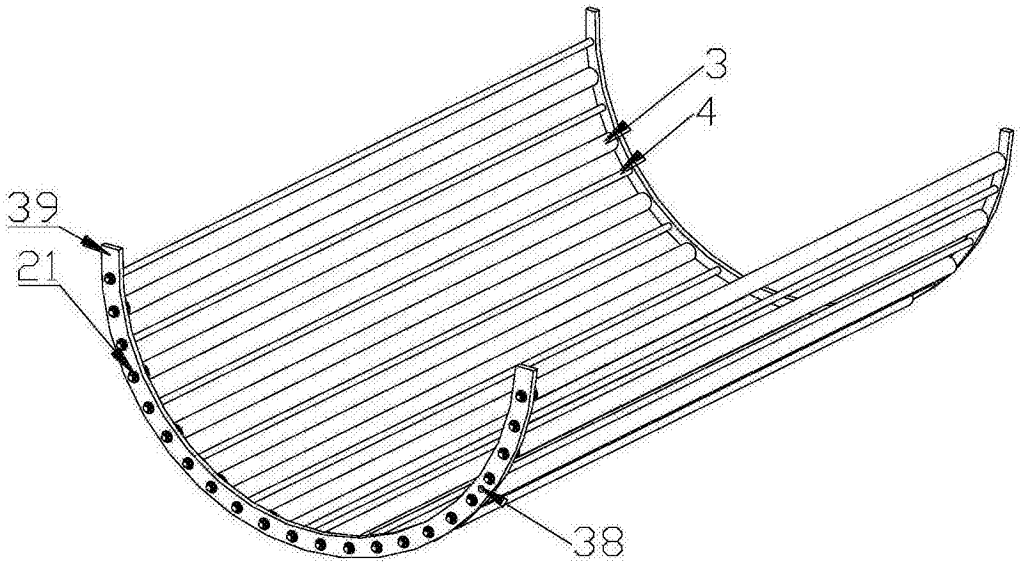


图 8

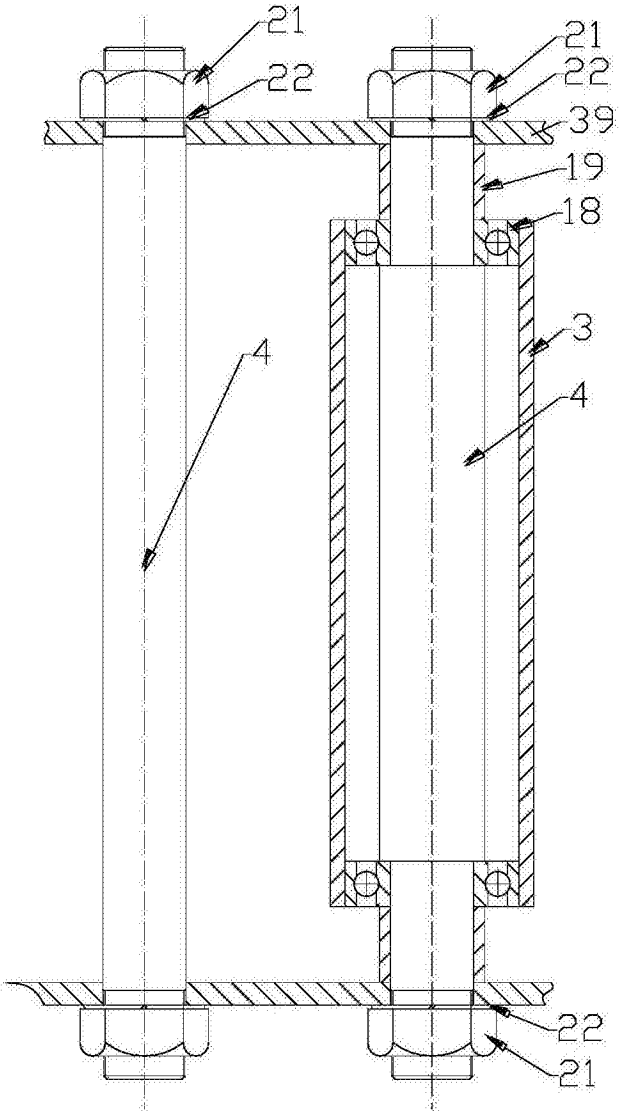


图 9

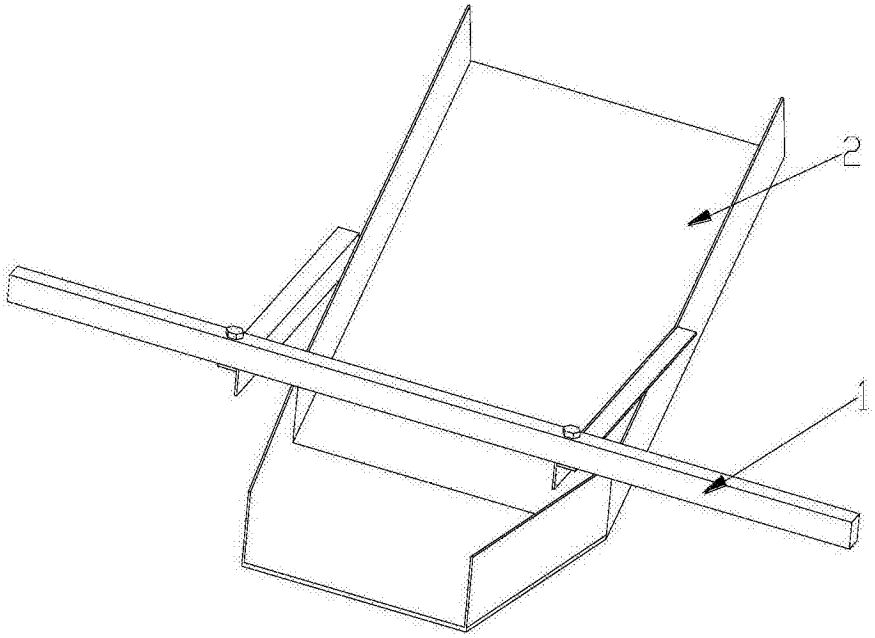


图 10

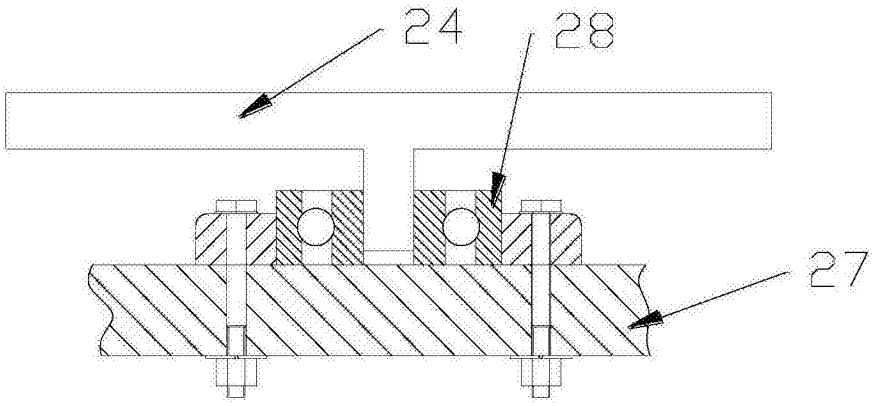


图 11

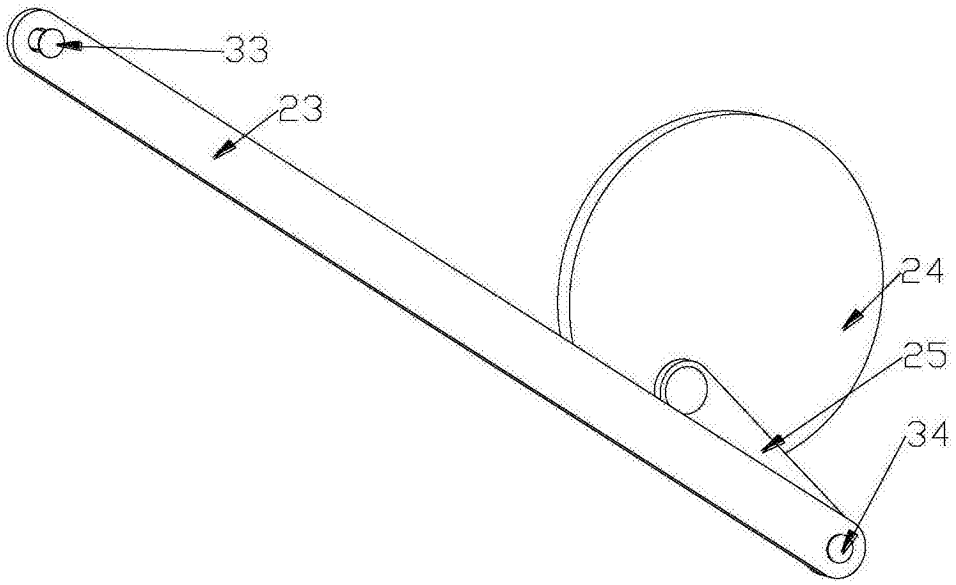


图 12

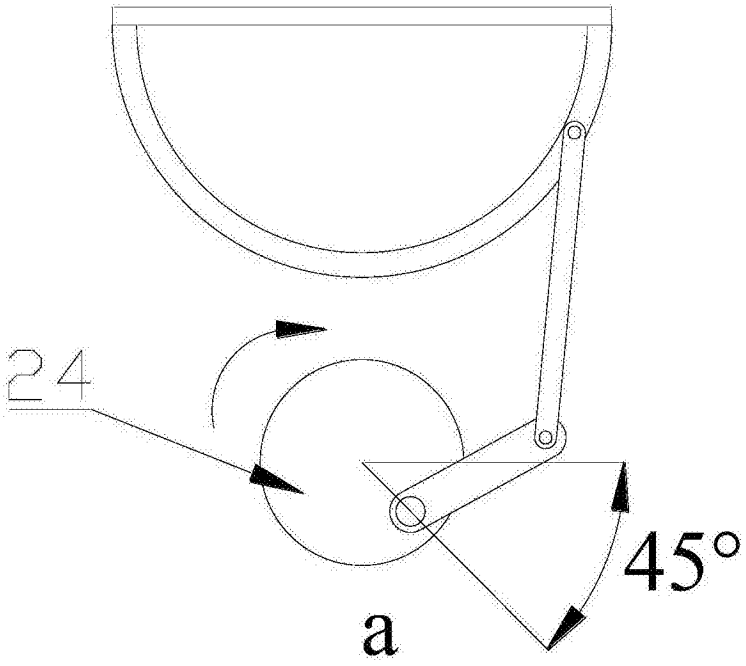


图 13a

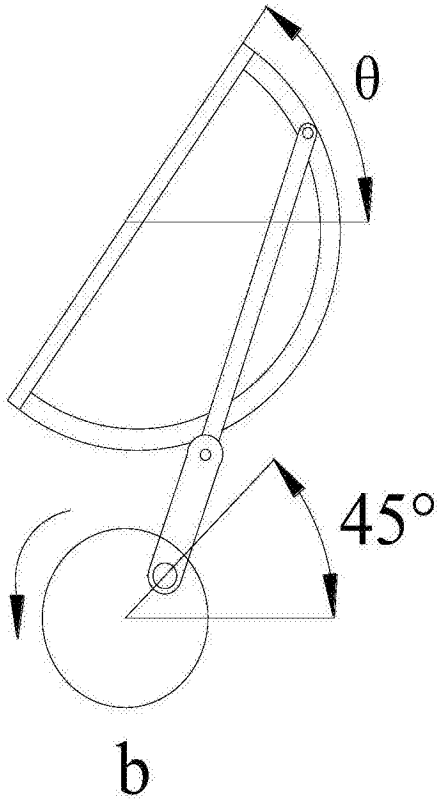


图 13b

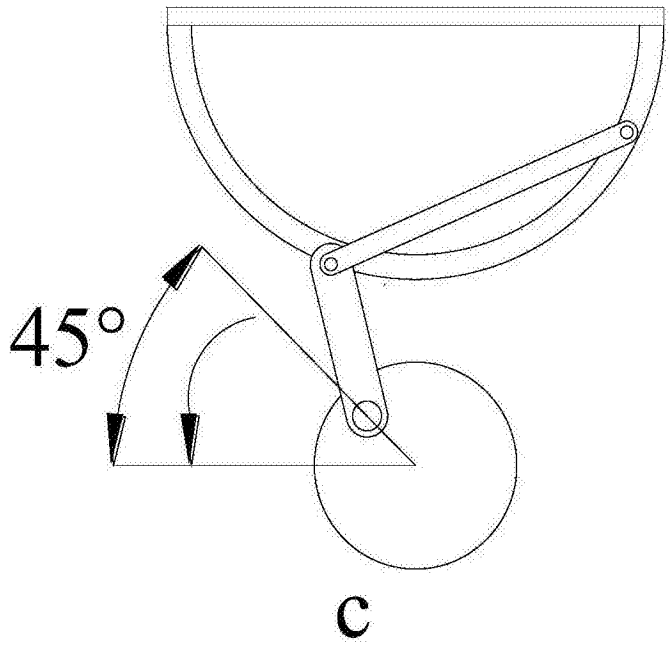


图 13c

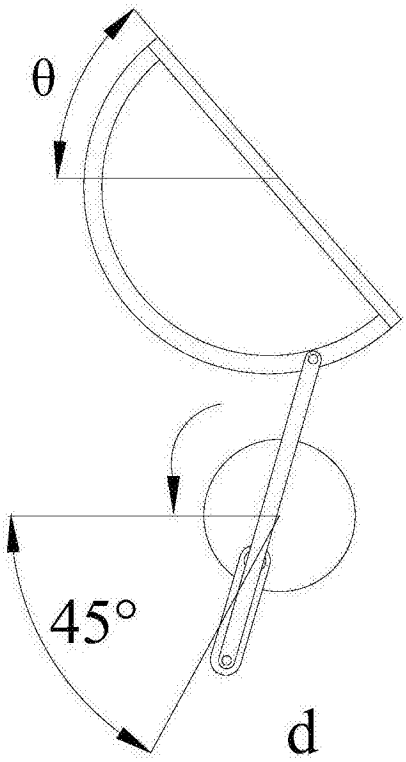


图 13d

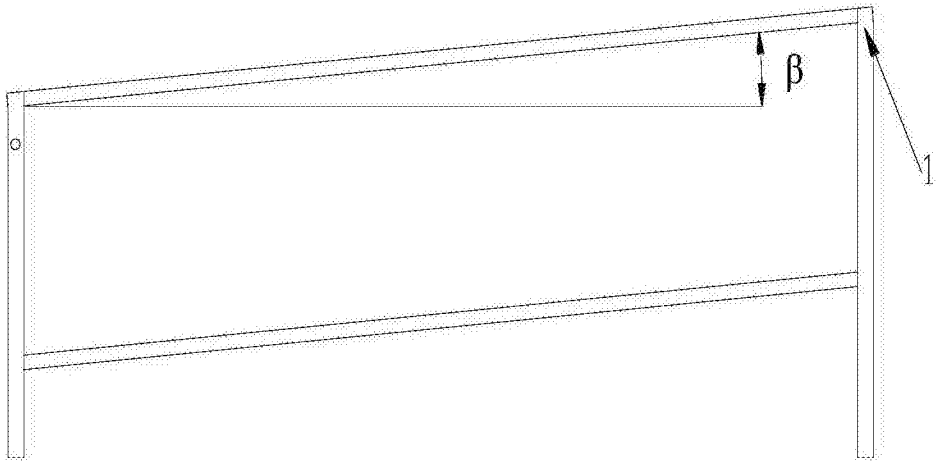


图 14